№ 62 в

BHS II Y 45-4

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke
Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Cod. II Y
45

Lehrbuch

der

theoretischen und praktischen Chemie.

Erster Band.

BIBLIOTHEK
DER K:B:GENERAL
BERGW:U:SALINEN
ADMINISTR.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Leipzig,
gedruckt bei J. B. Hirschfeld.

Nach dem Leben gez. 1824. = Steindr. von Leopold Voss.

L.s J.ques THENARD,

Mitglied der Academie der Wissenschaften zu Paris, und der Academien zu Berlin, Edinburg, Madrid, Neapel und Stockholm.

Geboren zu Lalouptière (Aube) d. 4. Mai 1777.

Zum ersten Band von Leuchs Waaren-Lexicon.

Lehrbuch

der

theoretischen und praktischen

Chemie

von

L. J. Thénard.

Mitglied der königlichen Akademie der Wissenschaften; Professor der Chemie am königlichen Collegium von Frankreich, an der königlichen polytechnischen Schule und an der Facultät der Wissenschaften der Universität von Paris; freier Associé der königlichen Akademie der Medicin; Mitglied der philomatischen Gesellschaft, der Ehrenlegion; Correspondent der Universitäten zu Berlin, Stockholm, Edinburg, Madrid, Neapel, München, Erfurt u. s. w.

Vierte neu durchgesehene, vermehrte und verbesserte Ausgabe.

Uebersetzt und vervollständigt

von

M. Gustav Theodor Fechner, med. Bacc.

akademischem Docenten; Mitglied der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig.

In sechs Bänden.

Erster Band.

Mit neunzehn Kupfertafeln.

Leipzig, 1825.

Bei Leopold Voß.

Vorrede des Verfassers.

Diese neue Ausgabe meines Lehrbuchs der Chemie erscheint hier in fünf Bänden mit allen Veränderungen und Bereicherungen, welche die raschen Fortschritte der Chemie seit dem Erscheinen der vorigen herbeigeführt haben. In den vier ersten (in der Uebersetzung in fünf abzutheilenden) Bänden ist Alles, was auf die Eigenschaften der Körper Bezug hat, im letzten die chemische Analyse abgehandelt und überdieß die Beschreibung der in einem chemischen Laboratorium erforderlichen Geräthschaften mit Anweisung, wie man sich ihrer zu bedienen hat, beigefügt.

Da der Sauerstoff derjenige einfache Körper ist, welchem die allgemeinste Verbreitung zukommt, und dessen Einfluß auf fast alle chemische Operationen mehr als der jedes andern ins Spiel kommt, so setze ich ihn auch jetzt noch bei der Betrachtung der Stoffe den übrigen entgegen, und nenne verbrenn-

liche Körper alle die, mit denen er sich zu verbinden vermag. Diese Benennung bedeutet somit das Nämliche als oxydirbare Körper.

Die Methode übrigens anlangend, die ich allenthalben befolgt habe, vom Einfachen zum Zusammengesetzten, vom Bekannten zum Unbekannten fortzuschreiten, Körper von ähnlichen Eigenschaften immer in die nämliche Gruppe zusammenzustellen, und erst an eine vorgängige allgemeine Betrachtung ihre specielle Untersuchung zu knüpfen, so wird man sie in diesem Bande, S. 45, im Ueberblick dargestellt finden. Die Vortheile dieser, bei den Naturforschern (naturalistes) üblichen, Methode werden namentlich bei Untersuchung der Metalle und der Zusammensetzungen, in die sie eingehn, bemerklich werden; indem sie eine so genügende allgemeine Betrachtung derselben gestattet, daß man fast des besondern Eingehens in ihre Eigenschaften überhoben wird. Um sich hievon zu überzeugen, braucht man nur die Kapitel nachzulesen, welche von den Salzen oder den Metallen, oder auch von den Phosphoriden, den Sulfuriden, den Metalloxyden handeln.

Eine solche Betrachtungsart der Erscheinungen muß nothwendig häufige Wiederholungen ersparen; auch hat mittelst derselben in den vier ersten Bänden dieses Werks eine Masse

von Stoff Platz gefunden, die bei den, in andern Werken über Chemie angewendeten, Darstellungsmethoden viel mehr Raum erfordert haben würde.

Dessenungeachtet wird man, hoffe ich, so ziemlich keine der bekannten Thatsachen in diesem Werke übergangen finden und eben so wenig ihre Erklärung und die Angabe der Art, wie sich ihre Bewährung erhalten läßt, vermissen. Ja ich bin bei Beschreibung der Versuche manchmal ganz ins Einzelne eingegangen, weil ich den Leser in den Stand zu setzen wünschte, sie sämmtlich zu wiederholen.

Ich habe schon im ersten Bande einen bündigen Abriß der Atomentheorie gegeben, es jedoch für zweckmäßig gehalten, die Angabe der Atomengewichte, so wie die Proportionalzahlen erst im letzten beizufügen.

Die Dankbarkeit legt mir die Pflicht auf, noch zu bemerken, daß Hr. Beudant, Professor der Mineralogie an der Facultät der Wissenschaften, sich der Revision des ganzen mineralogischen Theils dieses Werks unterzogen hat, so daß man diesen mehr als sein denn als mein Werk zu betrachten hat. So hat auch Hr. Guéniveau, Professor der Metallurgie an der Bergwerksschule (Ecole des Mines) die Güte gehabt, das Kapitel, welches von der Gewinnung der

Metalle handelt, durchzusehen und mich dabei auf manches hinzuweisen, was mir von großem Nutzen gewesen ist. Ich glaube daher diesen beiden gelehrten Männern dieß öffentliche Zeichen meiner Dankbarkeit schuldig zu seyn.

Ungeachtet der Sorgfalt, die ich auf die Richtigkeit dieses Werks verwandt habe, werde ich doch unstreitig Irrthümern nicht ganz entgangen seyn; und ich werde jedem vielen Dank wissen, der mich auf solche aufmerksam machen will.

Vorwort des Uebersetzers.

Ich habe mir bei Uebersetzung des vorliegenden Werks die Verbindlichkeit auferlegt, dasselbe nicht nur treu, sondern auch vervollständigt wieder zu geben, indem theils seit dem vorjährigen Erscheinen des Originals der Erfahrungsschatz der Chemie schon manche nicht unwichtige, Bereicherungen erhalten hat, deren im Verlauf der Uebersetzung selbst gewiß noch mehrere hinzukommen werden, theils auch vom Verfasser nicht selten ausländische, namentlich deutsche, Quellen unbenutzt geblieben sind. Mein Aufenthalt in einer Stadt, wo inländische und ausländische auf Naturwissenschaft Bezug habende, Journale viel gelesen werden, und die Gefälligkeit mehrerer Männer, denen ich hiemit öffentlich meinen Dank zolle, hat mich in den Stand gesetzt, eine nicht unbedeutende Zahl literärischer Hülfsmittel zu meinem Zweck zu benutzen, und war es mir gleich nicht möglich, alle in die Chemie einschlagende, Schriften neuerer Zeit, bei der großen Menge derselben, durchzugehen, so hoffe ich doch bei fleißiger Benutzung derjenigen, welche mir zu Gebote standen, daß man keine der für die Chemie wichtigern Thatsachen in diesem Werke vermissen wird, da schon in der Zahl der von mir benutzten Schriften wenig Interessantes oder Wichtiges seyn dürfte, was ich nicht wiederholt aus der einen in die andre übergetragen gefunden hätte. Um übrigens das Maß für die Vollständigkeit, die zu erreichen in meinen Kräften stand, dem Leser selbst in die Hände zu geben, habe ich das Verzeichniß der Schriften, die

mir den Stoff zur Ergänzung dieses Werks lieferten, nach diesem Vorwort beigefügt. Von eigentlichen Lehrbüchern der Chemie habe ich nur das von Scholz und das von Berzelius benutzt, von denen letztres sich durch seine Eigenthümlichkeit, das erstre dadurch auszeichnet, daß, mit Benutzung besonders von Meißners größerem, Lehrbuche der Chemie alle bekannte Thatsachen mit musterhaftem Fleiß und in bündiger Kürze darin zusammengetragen sind; namentlich habe ich in diesem ersten Theile viele Ergänzungen aus diesen beiden Lehrbüchern einzuschalten für nöthig gefunden, dagegen die folgenden weniger von denselben zu borgen nöthig haben werden. Nicht ermangeln werde ich, mich auch mit dem, was etwa noch im Laufe der Uebersetzung selbst Wichtiges erscheinen sollte, bekannt zu machen, und wenn es seinen Platz nicht mehr im Text finden kann, in Zusätzen zum letzten Bande beizufügen; ja es hat sich schon während des Drucks dieses ersten Bandes einiges in denselben Gehörige nachzutragen gefunden, was ich nun auf diese Zusätze versparen muß. Insbesondere gehört dahin Mehreres aus Berzelius umfassender Arbeit über die Flußspathsäure und ihre merkwürdigsten Verbindungen, welche zugleich so wichtige Untersuchungen über die Eigenschaften und Verbindungen des Siliciums, Tantals, Zirkoniums enthält, und die mir während des Drucks dieses ersten Theils nur so weit zu Gesichte gekommen war, daß ich sie für das Silicium und zu einer Notiz über das Zirkonium benutzen konnte; auch ist in denselben die Notiz enthalten, daß dasjenige, was Berzelius früher unter dem Namen Thorerde als ein eigenthümliches Metalloxyd beschrieb, nichts anderes sey, als basisch phosphors. Yttererde; daher in der Aufzählung der eigenthümlichen Metalle das Thorinium wegfallen muß. Nachzutragen sind ferner noch einige Notizen über das natürliche Vorkommen des Selens und des Jods; die Rose'schen Untersuchungen über die Zersetzung der Metall-

sulfuride durch Wasserstoff, Bischofs Resultate über die Reinheit des Wasserstoffgases nach verschiednen Bereitungsmethoden und mehreres andre, was man sämmtlich im letzten Bande vereinigt finden wird.

Das Original des vorliegenden Werks ist in fünf Bände abgetheilt, mit der Einrichtung, daß die organische Chemie den hintersten Theil des dritten, voluminösesten, Bandes und den ganzen, ebenfalls starken, vierten Band ausfüllt. Da nun aber gerade dieser Theil der Chemie vorzugsweise viele Zusätze in der Uebersetzung erhalten wird, indem ich wünschte, demselben den Vorzug der Vollständigkeit vor andern Werken zu sichern, und da hiedurch der vierte Band unverhältnißmäßig anschwellen würde, so werde ich lieber die organische Chemie für sich auf zwei Bände vertheilen, so daß somit das Ganze aus sechs Bänden bestehen wird, über deren Inhalt dem letzten ein vollständiges Sachregister beigegeben werden soll. — Um die in den Text aufgenommenen Zusätze von dem, was dem Original eigenthümlich angehört, zu unterscheiden, sind dieselben durch Vorsetzung eines Kreuzes bezeichnet, kürzere auch wohl nur in Klammern beigefügt. Den Anmerkungen des Verfassers sind Ziffern, denen des Uebersetzers Sternchen vorgesetzt. An einigen Stellen, wo der Verfasser einen Gegenstand offenbar mangelhaft abgehandelt hatte, wo es keine ihm eigenthümliche Ansichten oder Entdeckungen betraf und ich eine passendere Darstellung finden konnte, habe ich kein Bedenken getragen, diese mit Beifügung des Unterscheidungszeichens an die Stelle der Darstellung im Original zu setzen. Wo ich meiner Sache in der Uebersetzung nicht gewiß war, oder wo ich für den französischen Ausdruck keinen recht entsprechenden deutschen finden konnte, oder wo ich überhaupt glaubte, daß die Kenntniß auch der ausländischen Benennung wünschenswerth seyn könnte, habe ich die Worte des Originals beigeschaltet. Die neufranzösischen Maße und Gewichte

sind, wo es von Belang erschien, erstre auf Pariser Fußmaß, letztres auf Nürnberger Medicinalgewicht reducirt und in Klammern beigefügt. Auch wird man nach diesem Vorwort die Mittel, diese Vergleichung selbst vorzunehmen finden. Wo die Temperaturangaben nicht durch Beifügung eines R. oder F. oder W. als Reaumursche, Fahrenheitsche oder Wedgwoodsche specificirt sind, hat man immer hunderttheilige Grade zu verstehen. — Die eingeklammerten Ziffern beziehen sich nicht auf die Seitenzahl, wenn dieß nicht durch Vorsetzung eines S. besonders angedeutet ist, sondern auf die Zahl der Paragraphen. Mehrere Abkürzungen, die ich für Worte gebraucht habe, welche durch das ganze Werk unablässig wiederkehren, wird man nach diesem Vorwort aufgeführt finden.

Schließlich bitte ich um dieselbe nachsichtige Beurtheilung dieser Arbeit, welche mir bei meiner Uebersetzung der Biotschen Physik zu Theil geworden ist. Mögen die Worte, mit denen der Verfasser seine Vorrede schließt, auch für den Uebersetzer in seiner Sphäre gelten. — Ich wünsche übrigens, bei günstigern Umständen, die Achtung des Publicums einst durch mehr, als durch Zinsen von fremdem Verdienste erkaufen zu können.

Schriften, welche hauptsächlich bei Bearbeitung dieses Werks benutzt worden sind.

Lehrbuch der Chemie von Jacob Berzelius, aus dem Schwedischen übersetzt von K. A. Blöde und K. Palmstedt, zweite Aufl. Dresden, 1823 *).

Zur pneumatischen Chemie von Dr. J. W. Döbereiner. I. bis V. Th. Jena 1821 bis 1825.

Darstellung der Zeichen und Verhältnisse der irdischen Elemente zu chemischen Verbindungen von demselben. I. Th. zweite Aufl. Jena, 1823.

Samuel Traugott Gehlers physikalisches Wörterbuch, neu bearbeitet von Brandes, Gmelin, Horner, Muncke, Pfaff. I. Bd. enthaltend A und B. Leipzig, 1825.

Chimie organique appliquée à la physiologie et à la médecine; par Léopold Gmelin traduite de l'Allemand par J. Ineichen avec des notes et des additions par Virey. Paris, 1823.

Physisch chemische Forschungen von Grotthuß. 1. Bd. Nürnberg, 1820.

Desselben Verbindungsverhältnisse oder chemische Aequivalententafeln der einfachen und zusammengesetzten Körper. Nürnb. 1821.

Versuch einer Antropochemie von M. Otto Bernhard Kühn. Leipzig, 1824.

Beiträge zur Chemie und Physik von Gottfr. Wilh. Osann. 1ster, 2ter Beitr. Jena, 1824.

Das Laboratorium. Eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen der beßten und neuesten Apparate zum Behuf der praktischen und physikalischen Chemie (bis jetzt 2 Hefte). Weimar, 1825.

Samuel Parkes chemische Abhandlungen und Versuche für die Künste und Manufacturen in Großbrittannien. I. Abth. Weimar, 1821.

*) Von der dritten, jetzt unter der Presse befindlichen, Auflage habe ich erst die erste Abtheilung des ersten Bandes in den Händen.

Handbuch der analytischen Chemie *) von Dr. C. H. Pfaff, zweite Ausg. Altona, 1824.

Pfaffs zwei Supplementbände zu seiner Materia medica.

Richards medicinische Botanik, aus dem Franz. von Kunze und Kummer. Berlin 1824. (bis jetzt ist nur der erste Theil der Uebers. erschienen).

Neueste phytochemische Entdeckungen von Runge. 2 Lieferungen. Berlin, 1820 — 21.

Lehrbuch der Chemie von Benjamin Scholz. 2 Bde. Wien, 1824 — 25.

Handwörterbuch der praktischen Chemie von A. Ure, aus dem Engl. in 6 Lieferungen. Weimar, 1824 — 25.

Beiträge für die pharmaceutische und analytische Chemie, von E. Witting. 3 Hefte. Schmalkalden, 1821.

Zeitschriften.

a) Deutsche:

Journal für Chemie und Physik Neue Reihe, herausgeg. von Dr, J. H. C. Schweigger. (Seit 1820) **).

L. W. Gilberts (jetzt von Poggendorf fortgesetzte) Annalen der Physik und Chemie, (seit 1812).

Archiv für die gesammte Naturlehre von Kastner (seit dem Beginn 1824).

Allgemeine Nordische Annalen der Chemie von Dr. Alexander Nicolaus Scherer (seit dem Beginn 1819).

Tromsdorf Neues Journal für Pharmacie (seit 1817).

Archiv des Apothekervereins im nördlichen Deutschland für die Pharmacie von Brandes, Fortsetzung der pharmaceutischen Monatsblätter (seit dem Beginn 1821).

Buchners Repertorium für Pharmacie (seit 1820).

Deutsches Jahrbuch für Pharmacie, als Fortsetzung des Berlinischen Jahrbuchs von Stolze (seit 1820).

Magazin für Pharmacie von Hänle, fortgesetzt von Geiger (seit dem Beginn).

Notizen aus dem Gebiete der Natur = und Heilkunde von L. F. von Froriep (seit dem Beginn 1822).

---

*) Aus diesem Handbuche habe ich die Rubrik Anwendung als Reagens entlehnt, und deßhalb ein für allemal das Zeichen † nur dann beigefügt, wenn ich etwas noch aus andern Schriften hinzuzusetzen hatte.

**) Die Jahrszahlen beziehen sich auf die Jahrgänge, von welchen an die genannten Journale von mir durchgesehen worden sind.

b) Ausländische:

Annales de Chimie et de Physique par Gay-Lussac et Arago (seit 1824).

Journal de pharmacie et des sciences complementaires (seit 1825).

Journal de Chimie médicale, de pharmacie et de toxicologie (seit dem Beginn 1825).

Bullétin des sciences mathématiques, physiques et chimiques (seit dem Beginn 1824).

Annales des Mines (seit 1825).

Annals of Philosophy by Thomas Thomson (seit 1825).

Edinburgh philos. Journal (seit dem Beginn 1821).

Brugnatelli Giornale di Fisica, Chimia e Storia naturale (seit 1824).

Zur Vergleichung der Maße und Gewichte.

Als Einheit des Längenmaßes wird von den Franzosen der Meter angenommen, und, wie überhaupt alle neufranzösischen Maße, nach dem Decimalsystem untereingetheilt. 1 Meter enthält demnach 10 Decimeter, oder 100 Centimeter oder 1000 Millimeter. In absoluter Länge ist der Meter gleich $\frac{1}{10\,000\,000}$ vom Quadranten des Erdmeridians oder gleich 3,078 Par. Fuß, d. i. 3 Par. Fuß und ungefähr 11,772 Par. Lin. oder gleich 3,186 Rheinl. Fuß. 1 Millimeter hält 0,443 Franz. Lin., d. i. beinahe 1 halbe Franz. Linie. 1 Decimeter enthält 3,694 Zoll.

Als Einheit der Körpermaße wird der Litre angenommen, d. i. $\frac{1}{1000}$ eines Cubikmeters, oder Stere's oder Kilolitre's. Der Litre ist gleich 50,412 Par. Cub. Zoll, gleich 55,9 Rheinl. Cub. Zoll, gleich 61,028 Engl. Cub. Zoll. Durch Vorsetzung lateinischer Zahlwörter werden, wie beim Meter, die Untereintheilungen des Litres angedeutet, durch Vorsetzung griechischer aber die größern Cubikmaße, von denen der Litre selbst nur ein Theil ist. So hält der Stere oder Kilolitre 10 Hektolitre's, 1 Hektolitre 10 Dekalitres, 1 Dekalitre 10 Litre's oder Cubikdecimeters, 1 Litre 10 Decilitre's u. s. f.

Als Gewichtseinheit wird der Gramme zu Grunde gelegt, d. i. das Gewicht, welches ein Cubikcentimeter reinen Wassers bei der größten Dichtigkeit hat. Er ist gleich 16,104 Gran Nürnb. Med. Gewicht; gleich 13,714 Wiener Apothekergranen, gleich 0,06841 Preußisches Loth. Hinsichtlich der Benennung der kleinern und größern Gewichte gilt das beim Litre erwähnte; sie werden durch Vorsetzung lateinischer und griechischer Zahlwörter unterschieden.

So enthält ein Kilogramme 1000 Grammen, d. i. 2,796 Pfund Nürnb. Med. Gewicht, 2,138 Preuß. Pfund, gleich 1,9026 Kölln. Pf. gleich 13714 Wiener Apothekergranen; 1 Milligramme dagegen ist der tausendste Theil eines Gramme's.

Hienach lassen sich durch Ansatz einfacher Proportionen alle französischen Maß- und Gewichtsbestimmungen leicht auf die bei uns gebräuchlichen bis zu dem erforderlichen Grade der Genauigkeit zurückführen.

Der Kürze halber wird Meter öfters durch ein kleines, rechts oben an die Zahl des Maßes angehängtes m bezeichnet; Millimeter durch mm; Litre durch l; Gramme durch g.

Erklärung der in diesem Werke vorkommenden Abkürzungen.

Atm. Atmosphäre.
aufl. auflöslich (unaufl. unauflöslich).
Aufl. Auflösung.
conc. concentrirt.
El. Elektricität — el. elektrisch.
fl. flüssig — Fl. Flüssigkeit.
Khlst. Kohlenstoff — Khls. Kohlensäure.
L. Luft (atm. L. atmosphärische Luft).
S. Säure — s. am Ende eines Worts bedeutet säure oder sauer.
sp. G. specifisches Gewicht.
Srst. Sauerstoff.
st. am Ende eines Wortes bedeutet stoff.
Stckst. Stickstoff.
T. Temperatur.
V. Verwandtschaft.
Vol. Volumen.
W. Wasser.
Wsst. Wasserstoff.

Sollten noch einige andre, hier nicht angeführte Abkürzungen im Werke vorkommen, so werden es nur solche seyn, deren Bedeutung sich von selbst ergiebt.

Inhaltsverzeichniß

zum

Ersten Bande.

Erste Abtheilung.

Unorganische Körper.

Seite

Erstes Buch. Grundbegriffe über die Natur der Körper, über die Kraft, welche ihre Bestandtheile vereinigt hält und über die Gesetze, nach welchen sich diese Theile mit einander verbinden 1

Von der Cohäsion 5

Zusätze über Krystallisation 8

Von der chemischen Verwandtschaft 12

Zweites Buch. Von der Nomenclatur der Chemie und der Ordnung, welche bei Betrachtung der Körper befolgt werden wird 30

Von der Ordnung, nach welcher die Körper betrachtet werden 43

Drittes Buch. Von den Imponderabilien oder unwägbaren Stoffen 46

Vom Wärmestoff 46

Vom stralenden Wärmestoff 47

Vom Gleichgewicht des Wärmestoffs 52

Von den physischen Eigenschaften des Wärmestoffs . . 54

Von der Fortpflanzung des Wärmestoffs durch die Körper 55

Von der Ausdehnung durch den Wärmestoff 56

Vom Thermometer 68

Ursachen, von welchen der Aggregatzustand der Körper abhängt 80

Von der Zersetzung der Körper durch den Wärmestoff . 93

Vom specifischen Wärmestoff 95

Seite

Von den Verfahrungsarten zur Bestimmung des spec. Wärmestoffs 97
Von den Quellen des Wärmestoffs 114
Von der Kälte 116
Von den chemischen Eigenschaften des Lichts 120
Von der Elektricität 127
Vom Elektromagnetismus 143

Viertes Buch. Vom Sauerstoff, von der Verbrennung und von der Flamme 152
Von der Verbrennung 158
Von der Flamme 162

Fünftes Buch. Von den einfachen verbrennlichen Körpern . . 169

Erstes Kapitel. — Von den einfachen nicht metallischen Körpern 170
Vom Wasserstoff 170
Vom Bor 178
Vom Kohlenstoff 180
Vom Phosphor 191
Vom Schwefel 208
Vom Selen 210
Vom Chlor 213
Vom Jod 222
Vom Stickstoff 229
Von der atmosphärischen Luft und den Gasarten im Allgemeinen 231
Von der Absorption der Gasarten 262
I. Absorption der Gasarten durch tropfbare Flüssigkeiten 262
a) Verschluckung der Gasarten durch Wasser . . 262
b) Verschluckung der Gasarten durch die übrigen Flüssigkeiten 277
Theorie der Absorption der Gase durch tropfbare Flüssigkeiten 281
II. Absorption der Gasarten durch feste Körper . . 282
A) Absorption der Gasarten durch Kohle . . . 282
B) Absorption der Gasarten durch andre Körper als durch Kohle 290

Seite

Zweites Capitel. Von den Metallen 293
Von den Metallen des ersten Abschnitts oder von den Metallen der Erden (Silicium, Zirkonium, Thorinium, Aluminium, Yttrium, Glycinium, Magnesium) 321
Zusätze über die Grundlagen der Erden namentlich über das Silicium und das Zirkonium 322
Von den Metallen des zweiten Abschnitts oder den Metallen der Alkalien 326
Vom Calcium 327
Vom Strontium 328
Vom Lithium 328
Vom Kalium oder Potassium 328
Vom Natronium 331
Von den Metallen des dritten Abschnitts 332
Vom Mangan 333
Vom Zink 334
Vom Eisen 337
Vom Zinn 347
Vom Cadmium 351
Von den Metallen des vierten Abschnitts 352
Vom Arsenik 353
Vom Molybdän 357
Vom Chrom 358
Vom Wolfram, Scheel oder Tungsten 360
Vom Tantal oder Columb 361
Vom Antimon 362
Vom Uran 365
Vom Cer 366
Vom Kobalt 367
Vom Titan 369
Vom Wismuth 371
Vom Kupfer 373
Vom Tellur 375
Vom Nickel 377
Vom Bley 379
Von den Metallen des fünften Abschnitts 382
Vom Quecksilber 382
Vom Osmium 386

Seite

Von den Metallen des sechsten Abschnitts 387
Vom Silber 387
Vom Palladium 390
Vom Rhodium 391
Vom Platin 392
Vom Golde 396
Vom Iridium 398

Sechstes Buch. Von den Verbindungen der verbrennlichen Körper unter einander 399

Erstes Kapitel. — Von den wechselseitigen Verbindungen der nicht metallischen verbrennlichen Körper 399

Erster Artikel. — Von den Verbindungen des Wasserstoffs mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern 399
Wasserstoff mit Kohlenstoff 400
Oelbildendes Gas oder doppeltgekohltes Wasserstoffgas 401
Oelbildendes Gas und Chlor 406
Oelbildendes Gas und Jod 407
Gewöhnliches Kohlenwasserstoffgas 411
Vierfach gekohltes Wasserstoffgas (Dalton) 413
Wasserstoff mit Phosphor 414
Zweites Phosphorwasserstoffgas 414
Erstes Phosphorwasserstoffgas 418
Wasserstoff mit Schwefel 420
Hydrogenirter Schwefel 420
Wasserstoff mit andern nicht metallischen verbrennlichen Körp. 421

Zweiter Artikel. — Von den Verbindungen des Kohlenstoffs mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern 421
Kohlenstoff mit Schwefel (Schwefelalkohol) 422
——— mit Chlor 428
——— mit Stickstoff (Blaustoff) 431

Dritter Artikel. — Von den Verbindungen des Phosphors mit den einfachen, nicht metallischen, verbrennlichen Körpern 433

Seite

Phosphor mit Schwefel 433
—— mit Selen 437
—— mit Jod 437
—— mit Chlor 438

Vierter Artikel. — Von den Verbindungen des Schwefels mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern 440
Schwefel mit Selen 441
—— mit Chlor 442
—— mit Jod 443
—— mit Stickstoff 444

Fünfter Artikel. — Von den Verbindungen des Selens mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern 444

Sechster Artikel. — Von den Verbindungen des Chlors mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern 444
Chlor mit Jod 445
—— mit Stickstoff 445

Siebenter Artikel. — Von den Verbindungen des Jods mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern 448
Jod mit Stickstoff 448

Achter Artikel. — Von den Verbindungen des Stickstoffs mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern 449

Zweites Capitel. — Von den Verbindungen der nicht metallischen verbrennlichen Körper mit den Metallen . . . 450
Wasserstoff mit Kalium 450
Wasserstoffkalium oder Kaliumhydroid 450
Kaliumwasserstoffgas 451
Wasserstoff mit Arsenik 451
Wasserstoffarsenik oder Arsenikhydroid 452
Arsenikwasserstoffgas 453
Tellurwasserstoffgas und Wasserstofftellur 457

Seite

Bor mit Eisen 458
— mit Platin 458
Kohlenstoff mit Eisen 458
Stahl 460
Graphit 473
Phosphor mit Metallen (Metallphosphoride) 476
Von den einzelnen Metallphosphoriden 482
Schwefel mit Metallen (Metallsulfuride oder Schwefelmetalle) 488
Von den einzelnen Metallsulfuriden 497
Sulfuride von Baryum, Strontium, Calcium . . 497
—— — Kalium 500
—— — Natronium 506
—— — Mangan 506
—— — Zink 507
—— — Eisen 508
—— — Zinn 511
—— — Cadmium 513
—— — Arsenik 514
—— — Molybdän 516
—— — Chrom 517
—— — Wolfram 517
—— — Tantal 518
—— — Antimon 518
—— — —— mit Jod 519
—— — Uran 521
—— — Cer 522
—— — Kobalt 522
—— — Titan 522
—— — Wismuth 523
—— — Kupfer 523
—— — Tellur 524
—— — Nickel 524
—— — Bley (Bleyglanz) 525
—— — Queckſilber (Zinnober) 526
—— — Osmium 528
—— — Silber 528
—— — Platin 529

Seite

Sulfuride von Gold 531
—— — Palladium, Rhodium und Iridium . 531
Von den Doppelsulfuriden 532
Von den Verbindungen einiger Metallsulfuride mit Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff 533
Von den Metallseleniden oder Selenmetallen 533
Von den Metallchloriden oder Chlormetallen 538
Von den Metalljodiden oder Jodmetallen 542
Von den einzelnen Metalljodiden 544

Drittes Capitel. — Von den Legirungen oder Metallgemischen 547
Von den Amalgamen 556
Amalgam mit Kalium 557
—— — Natronium 557
—— — Zinn 558
—— — Wismuth 558
—— — Silber 558
—— — Gold 559
Legirungen von Kalium 560
Kalium mit Natronium 561
—— — Wismuth 562
—— — Zinn 562
—— — Bley 562
—— — Antimon 562
Legirungen von Natronium 563
Legirungen von Zinn 563
Zinn mit Bley 563
—— — Wismuth 564
—— — Arsenik 564
—— — Kupfer (Kanonengut und Glockengut) . . 564
—— — Eisen 568
Legirungen von Wismuth 570
Legirungen von Bley 570
Bley mit Antimon 570
—— — Silber 570
—— — Gold 571
Legirungen von Cadmium 571

	Seite
Legirungen von Arsenik	572
Arsenik mit Kupfer	573
—— — Eisen	573
—— — Platin	573
Legirungen von Zink	573
Zink mit Kupfer (Messing)	574
Legirungen von Antimon	575
Antimon mit Kupfer	575
—— — Gold	575
—— — Eisen	575
Legirungen von Uran	576
Legirungen von Silber	576
Silber mit Kupfer	576
— — Gold	577
Legirungen von Kupfer	578
Kupfer mit Gold	578
Legirungen von Gold	579
Gold mit Platin	579
Legirungen von Eisen	580
Legirungen von Platin	580
Von den ternären und quaternären Legirungen	581
Legirungen aus Queckſilber, Zink und Zinn	582
—— — Wismuth, Bley und Zinn	582
—— — Queckſilber, Wismuth und Bley	582
—— — Platin, Kupfer und Zink	583
—— — Kalium, Antimon und Kupfer	583
—— — —— —— — Silber	583
—— — —— —— — Eisen	583
—— — —— —— — Zink	583
—— — Platin, Palladium, Rhodium und Iridium	583
—— — Zink, Kupfer, Nickel, Eisen (Weißkupfer)	584

Erste Abtheilung.

Unorganische Körper.

Erstes Buch.

Grundbegriffe über die Natur der Körper, über die Kraft, welche ihre Bestandtheile vereinigt hält und über die Gesetze, nach welchen diese Theile sich mit einander verbinden.

1. Es giebt eine kleine Anzahl Körper, die sich nur in eine einzige Art Stoff oder Materie auflösen lassen, eine große Menge hingegen solcher, die eine Auflösung in verschiedenartige Stoffe gestatten.

Die erstern führen den Namen der einfachen, die letztern den der zusammengesetzten Körper. Das Eisen ist ein einfacher Körper, ein Element oder Grundstoff, weil man durch keine Art der Behandlung etwas anders als Eisen aus demselben zu gewinnen vermag, der Marmor hingegen ist ein zusammengesetzter Körper, weil er sich in Kalk, in Kohle und in eine besondre Luftart auflösen läßt.

Die Alten standen In dem Wahne, es gäbe nur vier Grundstoffe oder Elemente: Feuer, Wasser, Luft und Erde. Diese Meinung jedoch, welche zuerst (?) von Aristoteles ausgesprochen, und nachher Jahrhunderte hindurch für unumstößlich gehalten wurde, kann jetzt nur noch bei denjenigen Glauben finden, denen das Studium der Naturwissenschaften ganz fremd geblieben ist. Einerseits ist nachgewiesen, daß die Luft, das Wasser und die Erde wirklich zusammengesetzte Körper sind; andrerseits scheinen die Elemente in der That nicht in so kleiner Anzahl vorhanden zu seyn, als man früher annehmen zu müssen glaubte; vielmehr erkennen die Chemiker deren gegenwärtig 52 an a). Da jedoch die Möglichkeit obwaltet, daß auch diese mit den früher angenommenen Elementen gleiches Schicksal erfahren,

a) Die unwägbaren Flüssigkeiten sind hier nicht mit eingerechnet, wohl aber das hypothetische Radical der Flußsäure.

und da sich wahrscheinlich deren noch neue in bisher nicht untersuchten Körpern werden auffinden lassen, so wird man begreiflich nie erwarten dürfen, die Zahl der wirklichen Elemente mit Sicherheit kennen zu lernen. Wie dem auch sey, unsern jetzigen Kenntnissen nach, sind es jene 52 für uns als Grundstoffe geltende Körper, die, für sich oder je zwei und zwei, je drei und drei u. s. w. mit einander verbunden, alle Naturkörper zusammensetzen.

2. Man sagt, daß Stoffe sich chemisch mit einander verbinden, wenn sie wechselseitig so auf einander einwirken, daß ein einziger Körper aus ihnen hervorgeht, dessen sämmtliche Theile, wie klein man sie immer nehmen mag, eine gewisse Quantität von jedem der ursprünglichen Stoffe enthalten. So, wenn man in einem Tiegel 80 Theile Bley und 20 Theile Schwefel schmelzen läßt, setzen sie sich zu einem Körper zusammen, in dessen kleinsten Stückchen man sowohl Bley als Schwefel findet. Eben so, wenn man Salz in Wasser zergehen läßt, erhält man eine Flüssigkeit, in der jeder Tropfen gesalzen ist. (Der Körper, der durch chemische Verbindung mehrerer Stoffe entstanden ist, wird selbst häufig eine chemische Verbindung genannt. So ist der Zinnober eine chemische Verbindung aus Quecksilber und Schwefel).

3. In einer chemischen Verbindung unterscheidet man selbst mittelst des Mikroskops die Bestandtheile nicht, zwischen denen die Verbindung Statt gefunden hat; so klein sind sie; und obwohl durch die Zusammensetzung neue Theile, größer als die der einfachen Stoffe für sich, hervorgehen müssen, so sind sie doch immer noch klein genug, um sich der Schärfe selbst des bewaffneten Gesichts zu entziehen. Manchmal bleiben diese neuen Theile nach ihrem Entstehen getrennt von einander, wo sie dann immer unsichtbar sind, wie die Luft; häufiger vereinigen sie sich zu einem einzigen Körper, welcher in tropfbarflüssigem oder festem Zustande erscheint.

In jedem Fall wollen wir diese Theile, wie immer ihre Natur und ihr Wesen beschaffen seyn mag, mögen sie einfach oder zusammengesetzt seyn, mit dem Namen der Molecule oder Atome belegen, und werden demzufolge von einfachen, von binären, ternären u. s. w. Moleculen oder Atomen zu sprechen haben.

Es ist wesentlich, zwischen den Moleculen, welche jedem der sich verbindenden Stoffe als solchem angehören, und denen, die, aus dieser Verbindung hervorgehend, durch ihr Aggregat die Masse des zusammengesetzten Körpers zunächst ausmachen, zu unterscheiden. Wir werden demzufolge die ersten Bestandtheile (molécules constituantes); die letztern Aggregattheile, Massentheile oder integrirende Molecule (molécules intégrantes) nennen.

Die Massentheile oder integrirenden Molecule sind sonach alle

mit dem Körper, dem sie als Theile angehören, von gleicher Beschaffenheit; sie sind im eigentlichen Sinne Theilchen desselben, und erhalten daher auch oft diesen Namen schlechthin.

Die Bestandtheile hingegen haben mit dem Körper, den sie zusammensetzen, nicht gleiche Beschaffenheit; in jedem zusammengesetzten Körper sind davon so viele Arten enthalten, als er verschiedene Stoffe enthält; sie verbinden sich einer mit einem, oder zwei mit einem u. s. w., kurz immer in kleiner Anzahl zur Bildung der Massentheilchen. Alle zusammengesetzten Körper enthalten diese beiden Arten von Moleculen, während die einfachen Körper blos aus einer Art bestehen können, nämlich aus Massentheilchen.

Der Verdeutlichung halber wollen wir zwei einfache Körper vornehmen; jedes Molecul des ersten mit A, jedes Molecul des zweiten mit B bezeichnen, und annehmen, daß sich bei der chemischen Verbindung dieser beiden Körper, je ein Molecul des einen Körpers mit je einem des andern verbindet. Offenbar wird man hier in den Moleculen A, B selbst, die Bestandtheile des entstandnen zusammengesetzten Körpers haben; dahingegen jedes integrirende Molecul oder Massentheilchen desselben aus einem Molecul A plus einem Molecul B besteht.

Wären die Molecule A, B nicht einfach, sondern selbst schon zusammengesetzt, z. B. aus binärer Verbindung hervorgegangen, so würden auch die Massentheilchen der neuen, durch sie gebildeten, Verbindung einer zusammengesetztern Ordnung angehören; jedes derselben würde vier Molecule enthalten, die ursprünglich zu zwei und zwei verbunden wären, und diese Art der Vereinigung vielleicht auch noch in der neuen Zusammensetzung fest hielten.

4. Nicht alle Körper gehen chemische Verbindungen mit einander ein, weil verschiedene, bald weiter zu besprechende, Ursachen dieß verhindern; wohl aber äußern alle das Streben dazu. Wir vermögen dieß allgemeine Streben nur durch die Annahme einer, den Moleculen der Materie inhärirenden, Kraft zu erklären. Diese Kraft, welches auch ihre, uns jedenfalls gänzlich unbekannte, Ursache seyn mag, wird die Atomen-Anziehung oder Molecular-Attraction genannt, und wirkt nur auf Abstände, die wegen ihrer Kleinheit keine Schätzung zulassen, beinahe in der Berührung selbst. In der That, wenn ein noch meßbarer, noch in die sinnliche Wahrnehmung fallender, Abstand zwei Körper trennt, so ziehen sich ihre Molecule nicht an, berühren sie sich aber, oder sind sie in scheinbarem Contact, so vermögen sie sich anzuziehen und zu verbinden. Diese Anziehung scheint somit ganz verschieden von der Anziehung der Planeten unter einander zu seyn, weil diese sich immer zwischen beträchtlichen Massen und

auf beträchtliche Entfernungen äußert, und stets nach dem geraden Verhältniß der Massen und dem umgekehrten des Quadrats der Entfernungen wirkt *).

---

*) Doch ließe sich, eben weil dieß zwiefache Element bei diesem Gesetze in Betracht kommt, wohl auch denken, daß die Molecularanziehung mit unter dasselbe trete. Gesetzt z. B., wir hätten zwei ganz kleine Molecule A und B, die in einer nicht sehr großen, doch noch meßbaren, Entfernung von einander, und um den Erdradius vom Erdmittelpunct entfernt liegen; so wird die größere Masse der Erde den Einfluß haben, daß sie stärker von ihr, als von einander angezogen werden; andrerseits aber wird ihre größere Nähe an einander als am Erdmittelpuncte dahin wirken, daß sie stärker von einander, als von der Erde angezogen werden. Für alle meßbaren Abstände zweier sehr kleinen Molecule von einander, wird aber die letzte Wirkung so von der ersten überwogen, daß sie dagegen verschwindet; daher wir bei solchen blos die Wirkung der Erdschwere zu erblicken glauben; dagegen lassen sich für die Molecule auch solche Grade der Nähe denken, wo umgekehrt die Wirkung der größern Masse der Erde gegen die der größern Nähe der Molecule an einander verschwindet, und sie daher so von einander angezogen werden, als wäre gar keine Erde vorhanden, die sie aus der Richtung gegen einander ablenkte. So ziehen sich schon zwei Körper, die jeder den millionsten Theil der Ermasse besitzen, wenn sie einander näher als um die Länge des 1000sten Theils des Erdradius sind, stärker an, als sie vom Erdmittelpuncte angezogen werden, wenn er um den ganzen Erdradius von ihnen entfernt ist. Sollte nicht die Allgemeinheit des Gravitationsgesetzes eine solche Anwendung auf kleine, ganz in die Nähe von einander kommende, Körperchen, wie wir uns die Molecule bei der chemischen Anziehung denken, selbst nothwendig machen? Begreiflich ist zum Eintritt einer solchen Wirkung erforderlich, daß die Molecule bei einer gewissen Dichtigkeit eine große Kleinheit besitzen; denn da sich die Anziehung nach dem Gravitationsgesetze als zwischen den Schwerpuncten der Körperchen Statt habend ansehen läßt, so würden bei großem Volumen und geringer Dichtigkeit der Atome, auch wenn sie sich berührten, doch ihre Schwerpuncte noch in relativ zu große Entfernungen von einander kommen können, um eine überwiegend wirksame Anziehung auf einander zu äußern.

Gewissermaßen die entgegengesetzte Ansicht von dieser, welche die chemische Anziehung von der allgemeinen indifferenten Massenanziehung; nur auf die Molecule bezogen, abhängig macht, hat Schweigger in seiner krystallelektrischen Theorie (s. sein Journal 1823. IX. S. 214 — 250. X. 237 u. ff.) zur Erklärung der Erscheinungen der Adhäsion, Cohäsion und Krystallisation aufgestellt, und hievon auch die chemischen Erscheinungen abhängig gemacht. Nach ihm besitzt jedes Theilchen eines Krystalls krystallinische (mit der elektrischen im Wesentlichen übereinkommende), Polarität, und wird durch diese in seiner Verbindung mit den andern Theilchen festgehalten, indem nämlich jedes seinem Nachbartheilchen den ungleichnamigen Pol zukehrt. Hieraus erklärt sich z. B., warum Adhäsion zwischen zwei in Berührung gebrachten Körpern entsteht, bei jedem endlichen Abstand beider aber verschwindet. Sie verschwindet nämlich deßhalb, weil jedes polarische Theilchen eines Körpers mit dem ihm zunächst liegenden ungleichnamig polarischen beschäftigt ist, und sich somit die beiderseitigen krystallinischen Pole der einzelnen Theilchen zweier Körper nur dann anziehen können, wenn sie sich näher gekommen, als in jedem einzelnen Körper der Abstand der benachbarten polarischen, ihre Kraft gegenseitig bindenden, Theilchen beträgt, d. h. erst bei der Berührung. Das Ausführlichere über Schweiggers Theorie muß man a. a. O. nachlesen.

5) Die Molecularanziehung erhält verschiedene Namen, je nachdem sie zwischen gleichartigen Moleculen oder zwischen ungleichartigen Moleculen Statt hat: sie wird im ersten Fall Cohäsion, im zweiten chemische Verwandtschaft genannt *). Wir wollen die Erscheinungen, welche aus diesen beiden Kräften hervorgehn, jetzt näher untersuchen.

Von der Cohäsion.

6. Da die Cohäsion die Kraft ist, welche die gleichartigen Molecule, d. i. die Aggregat- oder Massentheilchen, verbunden hält, (und sonach den Grad ihrer Festigkeit bedingt) so muß sie in geradem Verhältniß zur Größe der Kraft stehen, welche zur Trennung dieser Theilchen erforderlich wird; wonach sie denn unmerklich in der Luft oder den luftförmigen Flüssigkeiten, sehr schwach in den tropfbaren Flüssigkeiten und mehr oder minder stark in den festen Körpern ist.

7. Die, zwischen den respectiven Theilchen zweier Körper, die mit einander chemisch verbunden werden sollen, Statt findende Cohä-

---

Ich bemerke nur noch in Bezug darauf, daß Schweigger, um seine Theorie mit den allgemeinsten Naturgesetzen in Uebereinstimmung zu bringen, dem Gravitationsgesetze, welches doch nur eine allgemeine indifferente Massenanziehung statuirt, seine mathematische Gültigkeit zwar zugesteht, jedoch glaubt, daß es eine physische Deutung zulasse, nach welcher sich auch die Erscheinungen der Gravitation der Annahme einer polarischen Anziehung fügen würden; allein könnte man nicht diese Hypothese mit noch mehr Wahrscheinlichkeit und Analogie mit dem schon Festgestellten umkehren; nämlich daß, wenn zwei Körper uns ein polares, z. B. elektrisches entgegengesetztes, Verhalten gegen einander zu zeigen scheinen; dies blos auf Verschiedenheit der Massen und Entfernungen ihrer Atome beruhe; daß z. B. die positiv el. Körper größere und gewichtigere Atome als die in Bezug zu ihnen negativen besitzen? Abgerechnet, daß diese Hypothese die einfachere ist, hat ihr auch die Analogie zur Seite; daß unsre Sonne, das größere Weltmolecul in ihrem Verhalten zu den Planeten, den kleinern Moleculen, durch Licht, durch Wärmeerscheinungen die Erscheinungen, welche bei elektrischer Polarität Statt finden, nachahmt. Auch würde sich schon durch diese Analogie erklären, wie die Körpermolecule in so großen Entfernungen von einander schweben können, als vielen Thatsachen nach zu schließen ist. Es leuchtet von selbst ein, daß diese Ansicht von der Bertholletschen ganz abweicht, indem letztre die indifferente Massenanziehung auf die ganze Summe der, eine Verbindung eingehenden, Atome bezieht; dagegen sie hier auf die Molecule bezogen wird. Wie in der Mathematik, so würde sich auch hier die Theorie des physisch Unendlichgroßen, Astronomie, und die Wissenschaft des (physisch) unendlich Kleinen, Chemie, berühren, und man vielleicht für beide gleiche Formeln erhalten. Doch es ist schwer, hier in Vermuthungen nicht zu weit zu gehen.

*) Erstere nennt man auch wohl homogene, letztere heterogene Verwandtschaft. Von beiden unterschieden ist die Adhäsion oder Flächenanziehung, d. i. die Anziehung, welche größere, wenigstens mit den Sinnen noch unterscheidbare, Körper in unmerklichen Entfernungen, also in der scheinbaren Berührung, gegen einander ausüben.

sion giebt immer ein Hinderniß gegen ihre Verbindung ab; ist daher diese Cohäsion über ihre Verwandtschaft überwiegend, so kann die Verbindung nicht erfolgen. Dieß ist der Grund, warum die Körper im festen Zustande sich nicht, oder wenigstens nur sehr selten, mit einander verbinden. Wir wollen den Schwefel und das Bley als Beispiel nehmen, und die Stärke der Cohäsion und der Verwandtschaft durch Zahlen ausdrücken. Gesetzt, die Cohäsion, welche die Theilchen des Schwefels verbunden hält, sey, eben so wie die der Theilchen des Bleys, gleich 7; die Verwandtschaft der Bleytheilchen zu den Schwefeltheilchen aber nur gleich 6: so leuchtet ein, daß in diesem Fall eine chemische Verbindung beider nicht zu Stande kommen kann, weil die Cohäsion der beiden zu verbindenden Körper das Uebergewicht über ihre Verwandtschaft hat. So wie man aber diese beiden Körper mit einander schmilzt, verbinden sie sich zur Stelle; weil nämlich dann ihre Cohäsion so zu sagen null wird, während ihre wechselseitige Verwandtschaft noch sehr merklich ist, welches zeigt, daß die erste dieser Kräfte in einem weit raschern Verhältnisse abnimmt, als die zweite.

Wenn einerseits die Cohäsion, welche zwischen den respectiven Theilchen zweier zu verbindenden Körper Statt findet, ein Hinderniß für ihre Verbindung abgiebt, so bemerkt man andrerseits, daß die Bildung der Zusammensetzung, die sie eingehen sollen, durch die Cohäsion von deren Massentheilchen begünstigt wird, wozu uns namentlich die Betrachtung der Salze (721 und 721 sind) Belege darbieten wird.

8. Vermindert man auf irgend eine Weise die Cohäsion eines festen Körpers in dem Grade, daß er tropfbarflüssig oder gasförmig wird, und entfernt darauf die Ursache dieser Veränderung, so kehrt derselbe zu seinem vorigen Zustande zurück, und seine Molecule treten in bestimmter Anordnung zu einem regelmäßigen Solidum zusammen, welches man Krystall nennt. Jedesmal mithin, wenn ein Körper aus dem gasförmigen oder tropfbarflüssigen Zustande in den festen übergeht, wird er krystallisiren. Geschähe der Uebergang zu schnell, so würde die Krystallisation verworren werden, oder das Solidum keine regelmäßige Gestalten annehmen. Es könnte selbst der Fall seyn, daß eine Masse daraus entstände, in mitten deren man kaum einige Rudimente von Krystallisation zu bemerken vermöchte. Eine Erscheinung dieser Art hat z. B. Statt, wenn bei Vermischung zweier Antheile Wasser mit einander, deren einer einen Körper A, der andre einen Körper B in Auflösung enthält, eine Zusammensetzung AB entsteht, welche unauflöslich im Wasser ist, oder deren Theilchen eine stärkere Cohäsion unter einander besitzen, als Verwandtschaft gegen die Flüssigkeit. Dann erscheint diese Zusammensetzung unter pulveriger oder

flockiger Gestalt, und setzt sich im Allgemeinen ab, oder schlägt sich auf dem Boden des Gefäßes, in welchem die Mischung vorgenommen wurde, nieder: daher der Name Niederschlag oder Präcipitat (Ppt), den wir zur Bezeichnung eines, plötzlich aus einer tropfbaren Flüssigkeit abgeschiedenen, Körpers künftighin anwenden werden.

9. Die Agentien, durch die wir gemeinhin die Krystallisation vermitteln, sind das Wasser und das Feuer und zuweilen der Weingeist.

Es giebt zwei Arten, die Körper durch das Wasser zum Krystallisiren zu bringen: entweder man löst sie darin mittelst der Wärme auf, und läßt die Auflösung erkalten, oder man überläßt die erkaltete Auflösung einer freiwilligen Verdunstung. Im ersten Fall erfolgt die Krystallisation, weil das Wasser die Eigenschaft hat, eine größere Quantität vom Körper in der Wärme, als in der Kälte aufzulösen, so daß sich der Ueberschuß über die Quantität, die das Wasser bei der niedrigern Temperatur noch aufgelöst zu erhalten vermag, beim Erkalten nothwendig absetzen muß. Im zweiten Fall rührt sie daher, daß dem Wasser durch das Verdunsten bald so viel entzogen wird, um nicht mehr die ganze Quantität des Stoffes in Auflösung zurückhalten zu können (706). Wenn die Körper aus dem Wasser heraus krystallisiren, so behalten sie fast immer eine größere oder geringere Menge davon gebunden zurück, welches man gewöhnlich Krystallisationswasser nennt.

Auch der Weg, die Körper durch das Feuer zu krystallisiren, schließt zwei Arten ein. Die eine besteht darin, sie bis zum Schmelzen zu erhitzen und ruhig erkalten zu lassen, bis sich eine Kruste auf ihrer Oberfläche gebildet hat, diese Kruste zu durchbohren, und die innern Theile abzugießen, welche jetzt noch flüssig sind. Man erhält durch dieß Mittel alle andern Theile unter Gestalt einer festen und krystallinischen Schicht. Diese formt sich nach dem Gefäß ab, in welchem man die Krystallisation vornimmt; so daß, wenn dieß Gefäß, wie gewöhnlich, ein Tiegel, ist, eine mit Krystallen angefüllte Höhlung entsteht; wie man in besonders auffallendem Grade am Schwefel und Wismuth beobachten kann.

Das andere Verfahren besteht darin, die Körper in Dünste zu verwandeln und allmälig zu verdichten; es ist jedoch, weil es wenige flüchtige feste Körper giebt, nicht oft anwendbar. Der Arsenik läßt sich als Beispiel anführen. Man thue 40 bis 50 Grammen Arsenik in eine steingutne Retorte, verschließe ihren Hals durch einen Stöpsel, der mit einem kleinen Loch durchbohrt ist; setze den Bauch dieser Retorte eine halbe Stunde hindurch der Wirkung eines Feuers aus, welches den untern Theil derselben ins Glühen zu bringen ver-

mag; lasse sie alsdann erkalten, zerschlage sie, und der Arsenik wird sich im Halse unter der Form ausnehmend glänzender Krystalle finden. Die Krystallisation durch den Alkohol anlangend, so wird sie immer so bewerkstelligt, daß man den Körper mit Hülfe der Wärme darin auflöst, und diese Auflösung dann erkalten läßt; ein Verfahren, welches ganz mit dem zuerst angegebenen übereinstimmt.

10. Ein Körper bestimmter Art vermag beim Krystallisiren ausnehmend verschiedene regelmäßige Formen anzunehmen, die manchmal so von einander abweichen, daß der erste Anschein nicht die geringste Beziehung zwischen ihnen vermuthen lassen würde. Eine tiefer eingehende Untersuchung jedoch führt bald zu der Einsicht, daß sie sämmtlich einer ganz einfachen Ableitung aus einander fähig sind, und daß alle beobachteten Krystallformen sich auf eine sehr kleine Anzahl Grundformen zurückführen lassen.

---

† Zusätze über die Krystallisation *).

Wenn man größere, feuerbeständige Krystalle, z. B. von Schwerspath, glühend in kaltes Wasser wirft, so zerspringen sie in kleine Krystalle, die dem großen entweder ähnlich sind, oder von seiner Figur abweichen. Dasselbe kann man bei nicht feuerbeständigen Krystallen durch Zerklüftung oder mit dem Messer thun. Man wird nämlich an jedem einige Richtungen finden, nach welchen sich Blätter mit dem Messer viel leichter wegnehmen lassen, und wo die Schnittfläche so glänzend ist, als es der Krystall an seiner Oberfläche war. — Die Mineralogen nennen dieß den blättrigen Bruch, und die Richtung desselben den Durchgang der Blätter. — Wenn man nun mit dem Wegnehmen der Blätter von allen Seiten, wo es sich thun läßt, eine Weile fortfährt, so erhält man endlich einen Krystall, der oft eine ganz andere (obschon auch immer regelmäßige geometrische) Figur als der größere Krystall, allein bei derselben krystallisirbaren Substanz stets die nämliche hat. Diese Figur heißt man die Kerngestalt oder die primitive Form des Krystalls; die Gestalt des größern Krystalls hingegen, aus dem sich auf genannte Weise der Kern herausschälen läßt, heißt die secundäre Form. Die secundäre Form ist der primitiven ähnlich, wenn die Theilung parallel mit allen Seitenflächen des großen Krystalls geschehen kann; sonst sind die zwei Formen von

---

*) Zusammengestellt aus Scholz Lehrb. der Physik S. 113 u. ff.; Leonhards Handbuch der Oryktognosie 13 u. ff.; Ure's chem. Wörterbuch Artikel: Krystall.

einander verschieden. So kann man aus der sechsseitigen Säule des Kalkspaths einen verschobenen Würfel (Rhomboeder); aus dem Dodecaeder des geschwefelten Eisens gleichfalls einen Würfel herausschälen. Die secundären Krystallgestalten eines und desselben Körpers in chemischer Hinsicht, sind öfters sehr verschieden — so findet man z. B. von dem kohlensauren Kalk 60 verschiedene Krystallisationen; — allein aus allen secundären Krystallformen desselben Körpers läßt sich die nämliche Kerngestalt, z. B. aus allen 60 Krystallisationen des kohlensauren Kalks ein verschobener Würfel herausschälen. Aus den Krystallen eines andern Körpers wird man nie gerade dieselbe Kerngestalt bekommen; sollte sie auch wieder ein Rhomboeder seyn, so wird dieses andre Winkel haben. Daher gehört auch nach dem Mineralsysteme von Hauy die primitive Gestalt der Körper unter die Hauptunterscheidungszeichen der Fossilien, wie sie denn wirklich bei den krystallisirten Körpern unter den äußern noch das zuverlässigste ist.

Man kennt bis jetzt nur 6 Kerngestalten oder primitive Formen, nämlich: 1) das reguläre Tetraëder oder die dreiseitige Pyramide: 2) das Parallelepipedum, eine von 6 Flächen gebildete, Gestalt, wovon immer zwei parallel laufen; dieses kann rhomboidalisch, kubisch u. dgl. seyn; 3) das Octaëder, ein von acht dreieckigen Flächen eingeschlossenes Solidum, wobei die Dreiecke nach Verschiedenheit der Gattung gleichseitig, gleichschenklich oder ungleichseitig sind; 4) das reguläre sechsseitige Prisma mit 6 Seiten und 2 Grundflächen; 5) das Dodekaëder, dessen 12 Flächen gleiche und ähnliche verschobene Vierecke, Rhomben, sind, also das Rhomboidaldodecaëder. 6) Ein andres Dodekaëder, welches von 12 gleichschenklichen Dreiecken umschlossen, und also aus zwei, mit den Grundflächen verbundnen, sechsseitigen Pyramiden besteht. — Manche von diesen Kerngestalten kommen auch unter den secundären Formen vor; z. B. das 6seitige Prisma, eine von den secundären Formen des kohlensauren Kalks, die als Kerngestalt das Rhomboeder hat.

Diese Krystalle lassen sich noch weiter theilen, und zwar entweder parallel mit ihren Flächen, oder auch, wiewohl seltner, nach andern Richtungen, bis endlich das Verschwinden der Theile unter dem menschlichen Auge der fernern Theilung Gränzen setzt. Die letzten integrirenden Molecule der Krystalle, auf die man, wenn sich physisch die Theilung so weit fortsetzen ließe, zuletzt kommen würde, sind nur dreier Formen fähig und zwar der geometrisch einfachsten: sie stellen nämlich entweder eine dreiseitige Pyramide, Tetraeder, oder ein dreiseitiges Prisma oder ein Parallelepiped dar. So sind die Massentheile des primitiven sechsseitigen Prisma, wenn es parallel mit allen seinen Flächen weiter getheilt wird, dreiseitige Prismen; des

Rhomboidaldodekaëders, Tetraëder; des Rhomboëders, z. B. des kohlensauren Kalks, wieder Rhomboëder u. s. w. — Alle 6 Kerngestalten lassen sich durch die verschiedene Art der Verbindung von diesen dreierlei Formen der Massentheile darstellen. Da man nun annehmen muß, daß bei Körpern von derselben chemischen Beschaffenheit die Gestalt der Massentheile und die Art ihrer Verbindung immer dieselbe sey, so folgt daraus, daß auch die primitive Form ihrer Krystalle immer dieselbe seyn müsse.

Aus der Kerngestalt und den dreierlei gestalteten Massentheilen, (welche andre auf eine Grundgestalt zurückführen, und theils das Tetraëder, theils das Hexaëder dafür erklären wollen), dann aus der sehr verschiednen Art ihrer Verbindung, erklärt Hauy sehr anschaulich das Entstehen der secundären Krystallformen. Die Massentheile setzen sich schichtenweise auf die Flächen der Kerngestalt an; (jede Schicht kann man sich wieder aus Reihen von Massentheilchen bestehend vorstellen) so daß der Krystall beim Vergrößern gleichsam mit krystallinischen Blättchen umhüllt wird. Die aufliegenden Schichten sind aber mit den untern der Kerngestalt bei weitem nicht immer von gleicher Größe, sondern nehmen stufenweise ab, wie sie sich vom Kern entfernen. Dieses Abnehmen geschieht dadurch, daß die Schichten entweder gleichlaufend mit den Kanten oder mit den Ecken der Kerngestalt Reihen von Moleculen auslassen; welches Wegfallen solcher Reihen Hauy die Decrescenz nennt, und vier Arten davon annimmt. 1) Decrescenz an den Kanten, d. i. Wegfallen derjenigen Moleculsreihen, die mit den Kanten des Kerns korrespondiren; 2) an den Ecken oder Winkeln, also parallel mit der Diagonale der Seitenflächen des ursprünglichen Kerns; 3) Intermediäre Decrescenz, d. i. solche, die parallel mit Linien geschieht, welche schräg zwischen der Diagonale und den Kanten gezogen sind; 4) da endlich in jeder Schicht nicht blos eine, sondern mehrere Reihen von Moleculen wegfallen können, oder da nicht in jeder Schicht, sondern immer erst nach 2, 3 oder 4 Schichten eine Reihe wegfallen kann, wo dann die aufgeschichteten Blättchen nicht die Dicke eines, sondern von 2, 3 oder 4 Moleculen haben, so nennt Hauy die letztern zum Unterschiede von den vorigen gemischte Decrescenz. Aus den zahlreichen Modificationen der Decrescenz erklärt nun Hauy das Entstehen der auch noch so zahlreichen secundären Formen bei derselben Kerngestalt. Aus dem Rhomboëder, — der Kerngestalt des kohlensauren Kalks — lassen sich durch Berechnung 8388604 secundäre Formen ableiten, da man an dem Kalkspathe, der doch die größte Mannichfaltigkeit von secundären Formen zeigte, deren bisher nur 60 kennt.

Fragt man nun weiter nach den Ursachen der verschiedenen Modi-

ficationen der Decrescenz, wodurch aus der Kerngestalt so viele secundäre Formen entstehen: so findet man dieselben 1) in dem quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile des krystallisirenden Körpers. So krystallisirt der gewöhnliche säuerliche Alaun in Octaëdern, mit einer größern Menge Alaunerde verbunden in Würfeln; und so bilden die Mittelverhältnisse zwischen beiden Krystalle, die entweder den Octaëdern oder den Würfeln mehr ähnlich sind. Ein octaëdrischer Alaunkrystall, in eine Lauge gebracht, aus der Würfel anschießen, wird darin auch in einen Würfel verwandelt, und so umgekehrt. 2) In der Verschiedenheit des Auflösungsmittels. So krystallisirt Kochsalz aus reinem Wasser in Würfeln, aus Harn in Octaëdern; der Salmiak umgekehrt aus reinem Wasser in Octaëdern, aus Harn in Würfeln. 3) In der, beim Krystallisationsgeschäfte befolgten Methode. So geben manche Salze, z. B. das kleesaure Ammonium durch langsames Verdunsten in der Luft andere Krystalle, als wenn das Abdampfen durch künstliche Wärme befördert wird. 4) In andern zufälligen Einflüssen, z. B. des Lichts, der Elektricität u. dgl.

Besonders wichtig erscheint die Erfahrung, daß einem krystallisirenden Salze ein andres zugesetzt werden kann von gleichnamigem Säuregehalt, so daß es mit aufgenommen wird in den Krystall, ohne den allgemeinen Charakter der Form zu ändern, oder vielmehr, daß gewisse Reihen von Salzbasen angenommen werden müssen, von welchen eine die andere, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, vollkommen zu vertreten vermag, ohne daß die Krystallform dadurch eine wesentliche Aenderung erleidet [1]).

Sind pulverige Stoffe der Auflösung mechanisch beigemengt, so können sie bei der Krystallisirung mit aufgenommen werden in den Krystall (oder sich absetzen am Boden des Gefäßes) ohne Störung zu verursachen; die geregelte Form wird in manchen Fällen nur einfacher.

Zwei Krystalle einer Substanz von verschiedener, aber einfacher, Form aufgelöst und wieder der Krystallisirung unterworfen, liefern in der Regel Gestalten, welche beide frühere Formen vereinigt haben in Eine (Alaun, Würfel und Octaeder zu Kubooctaedern. Beudant).

---

1) So zeigen: schwefels. Eisen-Oxydul, schwefels. Eisen-Oxydul-Zink-Oxyd, schwefels. Kupfer-Oxyd-Nickel-Oxyd, schwefels. Kupfer-Oxyd-Bittererde, schwefels. Mangan-Oxydul-Bittererde u. s. w., in so fern sie alle 6 Atome Wassers enthalten, und aus Säure und Base in demselben Verhältniß der Atome bestehen, die Krystallformen des Eisenvitriols, während sie, unter gleichen Bedingungen, beim Vorhandenseyn von 5 Atomen Wassers die Formen des Kupfervitriols, mit 7 Atomen Wassers die Formen des Bittersalzes wahrnehmen lassen u. s. w. (Beudant und Mitscherlich).

Bringt man in die gesättigte Auflösung eines Salzes, fähig diese oder jene bestimmte Form zu erzeugen, einen Krystall desselben Salzes von andrer Gestalt, so wird dieser umhüllt mit neuer Krystallmasse, und die Form des so umgewandelten Körpers ist nicht ähnlich jener des, in die Aufl. gelegten, Krystalls, sondern entspricht der Form, welche die Aufl. gebildet haben würde.

Wollaston leitet mit vielem Scharfsinn alle Krystallgestalten aus der verschiedenen Anordnung kugelförmiger oder sphäroidischer Atome her, die durch wechselseitige Anziehung die Stellung eingenommen haben, welche sie so nahe als möglich bringt; und hebt dadurch mehrere Schwierigkeiten, die sich sonst bei Annahme des Tetraeders und Octaeders als Primitivgestalt darbieten würden.

So bilden nach ihm drei sich berührende Kügelchen, auf die ein viertes gethürmt ist, das regelmäßige Tetraeder; das Octaeder entsteht so, daß vier Kügelchen auf derselben Fläche in Gestalt eines Quadrats mit einander in Berührung gebracht werden, und oben und unten auf ihre Mitte noch Ein Kügelchen aufgesetzt wird. Durch Zusatz von noch vier Kügelchen läßt sich dann das so gebildete Octaeder wieder in ein regelmäßiges Tetraeder verwandeln. Um das spitze Rhomboeder darzustellen, muß man auf die gegenüberliegenden Flächen der kleinsten octaedrischen Gruppe 2 Kügelchen legen; und wird eine größere Anzahl Kügelchen in derselben (rhomboedrischen) Gestalt zusammengelegt, so läßt sich an jeder Extremität eine vollkommene tetraedrische Gruppe wegnehmen, so daß die mittlere Portion ein Octaeder bildet. Hätten anstatt kugelförmiger Atome platt gedrückte Sphäroide die oben angegebne Anordnung des spitzen Rhomboeders, so ließe sich dadurch die Entstehung des stumpfen Rhomboeders erklären; für das hexagonale Prisma hätte man anstatt eingedrückter, längliche (fast eiförmige) Elementarsphäroiden anzunehmen u. s. w.

Noch mehrere Bemerkungen über Krystallisation der Salze s. Th. III. 706 u. ff.

Von der chemischen Verwandtschaft.

11. Die Verwandtschaft oder die Kraft, vermöge deren verschiedenartige Molecule sich zu vereinigen streben, findet nicht zwischen allen Körpern im nämlichen Grade Statt. Ein Körper A hat demnach zu einem Körper B nicht die nämliche V. als zu einem Körper C; woraus folgt, daß, bei übrigens völlig gleichen Umständen, A leichter oder schwerer von B zu trennen seyn wird, als von C. Diese Kraft wird in ihren Wirkungen modificirt:

1) Durch die relative Quantität der Körper, zwischen welchen die Verbindung Statt haben kann. Oft verbinden sich die Körper nach verschiedenen, manchmal selbst nach allen, Verhältnissen und man bemerkt alsdann, daß der eine um so stärker vom andern festgehalten wird, in je kleinerem Verhältniß er in die Verbindung eingegangen ist. Gesetzt man habe drei Zusammensetzungen. In der ersten sey 1 von A mit 1 von B verbunden; in der zweiten 1 von A mit 2 von B; in der dritten 1 von A mit 3 von B, so wird man der ersten leichter einen Theil von A, schwerer dagegen einen Theil von B zu entziehen vermögen, als der zweiten oder gar dritten. Bei näherer Ueberlegung wird man dieß leicht erklärlich finden; in der ersten Zusammensetzung nämlich wirkt z. B. nur ein Molecul von A auf eins von B; während in der dritten 3 wirken. Jedoch ist die Verwandtschaft von A zu B in letztrer nicht dreimal so stark, als in ersterer, ein Umstand, der sich leicht durch die Annahme erklären würde, daß das zweite und dritte Molecul B minder nahe als das erste am Molecul A sind, mit dem sie sich in Verbindung befinden. Wie aber die respective Lage der Molecule erfahren?

2) Durch die Art, wie die Stoffe gebunden seyn können. Wenn ein Körper A mit einem Körper B verbunden ist, so wird sich seine Wirkung auf einen Körper C nothwendig ganz anders verhalten, als wenn er frei wäre. In der Regel wird sie schwächer seyn, manchmal selbst null.

3) Durch die Cohäsion. Dieß ist schon oben (7) gezeigt worden, als von dieser Kraft die Rede war; und wir finden darin die Erklärung einer großen Menge von Erscheinungen, welche bei der Wirkung der Flüssigkeiten auf die festen Körper ins Spiel kommen. Warum z. B. löst sich das Salz in Wasser auf? Weil die Cohäsionskraft des Salzes minder stark ist, als seine Verwandtschaft zum Wasser, und weil die Molecule der neuen Zusammensetzung in solche Entfernung von einander treten, daß der Zustand der Flüssigkeit dadurch bedingt wird. Warum aber vermag das Wasser nur eine gewisse Quantität Salz aufzulösen? Weil seine Wirkung auf das Salz, in dem Maße als es schon mehr davon aufgelöst hat, abnimmt, wahrscheinlich wegen Entfernung der Molecule, so daß nothwendig ein Punct eintreten muß, wo sein Bestreben, sich mit dem Salze zu vereinigen, von der Cohäsion der Theilchen des letztern überwogen wird. Die nämliche Betrachtung findet ihre Anwendung auf die übrigen tropfbaren Flüssigkeiten und festen Körper, woraus erhellt, daß, wenn gewisse feste Körper der Wirkung einiger Flüssigkeiten widerstehen und unauflöslich darin sind, dieß vom Ueberwiegen der Cohäsion über die

Verwandtschaft herrührt, wie z. B. der Fall mit dem Sande und Wasser ist.

4) Durch den Wärmestoff. Setzt man die Körper der Wirkung dieses Imponderabiles aus, oder erhitzt sie mit andern Worten, so nehmen sie an Volumen zu, gehen oft aus dem festen Zustande in den tropfbaren und aus diesem in den gasförmigen über. Der Wärmestoff entfernt sonach die Molecule jedwedes Stoffes von einander und verringert dadurch ihre Anziehung: jedoch befördert er in vielen Fällen die Verbindung einer großen Menge Körper, namentlich fester. Man bringe zwei feste Körper in Berührung mit einander; sie werden sich nicht verbinden, weil ihre Cohäsion der Verwandtschaft zu viel Widerstand entgegensetzt; schmilzt man aber beide oder blos einen derselben, so wird eine Verbindung derselben erfolgen können, weil ihre Cohäsion ausnehmend, ihre Verwandtschaft vielleicht nur sehr wenig, geschwächt worden ist. Man dürfte sie aber nicht so weit erhitzen, daß sie den Zustand einer luftförmigen Flüssigkeit annehmen; weil ihre Theilchen hiedurch in solche Entfernungen vor einander kommen könnten, daß die Möglichkeit der Verbindung aufgehoben würde. Die Körper in tropfbarflüssigem Zustande sind es sonach, zwischen denen die Verwandtschaft das leichteste Spiel hat; woraus erhellt, daß zwischen zwei Körpern, von denen der eine tropfbarflüssig, der andre fest oder gasförmig ist, eine weit stärkere Wirkung Statt haben wird, als zwischen zwei festen oder zwei gasförmigen Körpern, vorausgesetzt, daß alle übrigen Umstände gleich sind.

5) Durch den elektrischen Zustand der Körper. Man braucht in diesem Betracht nur zu bemerken, daß zwei gleichartig elektrisirte Körper sich abstoßen, zwei ungleichartige sich anziehen (65).

6) Durch das specifische Gewicht. Besitzen zwei Körper ein verschiednes specifisches Gewicht, so ist hiedurch ein Streben zur Trennung in ihnen begründet, welches, wenn ihre V. ausnehmend schwach ist, ihre Verbindung hindern kann. Dieß ist der Grund, warum Oel sich nicht im Wasser auflöst, warum, wenn man eine homogene Krystallmasse in Fluß allmälig erkalten läßt, die untern Schichten sich gesättigter zeigen, als die obern; warum die meisten Legirungen, unter die nämlichen Umstände als der Krystall versetzt, eine der vorigen ganz ähnliche Erscheinung darbieten, wofern sie aus zwei Metallen von sehr verschiedener Dichtigkeit bestehen.

7) Endlich durch den Druck. Diese Kraft, deren Wirkung sich in einer Annäherung der Molecule und mithin Vermehrung ihrer V. äußert, zeigt sich nur von sehr beschränktem Einfluß auf die Vereinigung der festen und tropfbarflüssigen Körper unter einander, weil

diese Körper nur sehr wenig zusammendrückbar sind; wie leicht zu erachten aber, kann sie sich sehr wirksam hinsichtlich ihrer Vereinigung mit den Gasarten, deren Zusammendrückbarkeit sehr bedeutend ist, und der der Gasarten unter einander zeigen. Gesetzt bei einem Gas überwiege die Expansivkraft in etwas seine V. zum Wasser, so wird es sich nicht mit demselben verbinden; dagegen bei erfolgtem Zusammendruck die V. das Uebergewicht erhält und eine Vereinigung möglich macht. Bei schwachem Druck wird das Wasser nur wenig Gas auflösen, weil in dem Maße, als es davon auflöst, seine V. dazu abnimmt; bei starkem Druck dagegen wird es viel aufzulösen vermögen, und zwar um so mehr, je mehr der Druck verstärkt wird. Gesetzt nun, nachdem man ein Gas in einer tropfbaren Flüssigkeit mittelst Drucks aufgelöst hat, werde dieser Druck plötzlich weggenommen. In demselben Augenblick wird die, von der Expansivkraft überwältigte, V. das Gas unter Gestalt von Blasen entweichen lassen, wodurch eine Art Kochen entstehen wird. Eine Erscheinung dieser Art tritt ein, wenn man eine Flasche Cyder, Bier oder mussirenden Wein losstöpselt. Auch die Wirkung des Feuers auf die Kreide bei verschiedenem Druck läßt sich als Beleg anführen. Die Kreide ist eine Zusammensetzung aus Kalk, welcher stets unter fester Gestalt vorkommt, und einem andern Stoff, der für sich immer gasförmig ist. Glüht man die Kreide in einem Tiegel, ohne sie einem anderen Druck als dem gewöhnlichen Luftdruck auszusetzen, so zersetzt sie sich, und läßt den gasförmigen Körper, welchen sie enthält, fahren; unterwirft man sie aber einem starken Druck dabei, so bleibt sie, selbst bei einer sehr hohen Temperatur, unzersetzt. Hat man z. B. eine recht dicke eiserne Röhre genau mit Kreide angefüllt, und verschließt sie darauf recht fest und sorgfältig, so wird die Kreide in dieser Röhre eine weit höhere Hitze, ohne zersetzt zu werden, aushalten, als bei welcher sie unter gewöhnlichem Druck zersetzt werden würde: alsdann wird sie schmelzen, und durch Erkalten zu Marmor krystallisiren. Diese Beobachtung rührt vom Chevalier Hall her, und es finden sich deren noch mehrere ähnliche in seiner Abhandlung enthalten. Jedoch scheinen einige Ausnahmen von der allgemeinen Regel Statt zu finden. So brennt der Phosphor, nach Bellani de Monza, im Sauerstoff bei der gewöhnlichen Temperatur nur bei Verdünnung des Gases, oder, was auf das Nämliche herauskommt, bei Verminderung des Drucks, welchem er ausgesetzt ist (98); und nach Labillardière verhält es sich eben so mit dem Wasserstoffprophosphorid.

12. Die wechselseitige Wirkung, welche die Molecule zweier Körper auf einander äußern, hängt sonach ab 1) von ihrer Verwandtschaft; 2) oft von ihrer Quantität; 3) von den anderweiten Verbin-

dungen, in denen sie sich gerade befangen finden können; 4) von ihrer respectiven Cohäsion so wie der der Zusammensetzung, welche von ihnen gebildet werden soll; 5) von der Temperatur, bei welcher man sie in Berührung mit einander bringt; 6) von ihrem elektrischem Zustande; 7) manchmal endlich von ihrem specifischem Gewicht, und zuweilen auch, wenn einer von ihnen gasförmig ist, von dem Druck, welchem sie ausgesetzt sind. Hierauf nun läßt sich die nachstehende Definition der Chemie folgerecht gründen, welche früher nicht verständlich gewesen seyn würde. Die Chemie ist eine Wissenschaft, deren Gegenstand die Kenntniß der wechselseitigen Molecular-Wirkung ist, welche alle Körper auf einander ausüben: und es ergiebt sich aus der Erklärung von selbst, daß der Chemiker den Einfluß aller so eben betrachteten Kräfte bei den Resultaten, zu denen er gelangt, und die er zu deuten sucht, in Rücksicht nehmen muß.

13. Untersuchen wir hiernach, was geschehen muß, wenn man einen Körper C mit einer Zusammensetzung aus zwei andern Körpern A und B in Berührung bringt. Entweder wird gar keine Wirkung eintreten, wie fast stets, wenn die Körper fest sind, oder es wird eine solche Statt haben, wie fast immer, wenn die Körper flüssig sind. In letzterm Falle wird der Körper C sich mit den Körpern A und B verbinden und eine dreifache (ternäre) Zusammensetzung bilden, oder er wird sich mit jedem derselben besonders vereinigen und so zwei binäre Zusammensetzungen darstellen, oder auch er wird sich blos eines derselben bemächtigen und den andern abscheiden. Gesetzt nämlich, C besitze zu A eine stärkere Verwandtschaft, als zu B, und auch eine stärkere, als A und B zu einander besitzen; gesetzt ferner B's Verwandtschaft zu AC oder zu C sey nur sehr gering, und es besitze die Eigenschaft, für sich fest oder gasförmig zu seyn; was wird geschehen? die Molecule von B werden ein stärkeres Streben äußern, sich einander zu nähern oder von einander zu entfernen, als sich mit AC oder mit C zu verbinden, d. h. die Cohäsion oder die Expansivkraft der Molecule von B wird stärker seyn, als ihre Verwandtschaft für AC so wie für C; sie werden demzufolge zusammentreten, um einen Niederschlag zu bilden, oder sich von einander entfernen, um eine elastische Flüssigkeit hervorzubringen; worin die Chemiker Mittel finden, die Bestandtheile der Körper zu trennen und ihre Verhältnisse zu bestimmen. Ist eine Zusammensetzung AB gegeben, so bringen sie dieselbe mit einem Körper C zusammen, der sich A's bemächtigt und B abscheidet, wie eben von uns angegeben worden; alsdann bringen sie AC in Berührung mit einem andern Körper D, welcher sich C's bemächtigt und A abscheidet. Nachdem sie solchergestalt die

Körper A und B abgesondert erhalten haben, wiegen sie dieselben und erfahren dadurch, in welchem Verhältniß jeder dieser Körper in die Verbindung AB eingeht. Diese Operation nennt man Analyse, und die umgekehrte, welche darin besteht, die Bestandtheile der Körper zu verbinden, Synthese. Die Analyse ist sonach die Kunst, die Körper zu zerlegen, und Syntheſe die Kunst, sie wieder zusammenzusetzen.

Kennen wir einmal die Erscheinungen, welche aus der Wirkung eines Körpers auf eine Zusammensetzung aus zweien andern hervorgehn, so vermögen wir uns nun auch eben so gut von denjenigen Rechenschaft zu geben, welche aus der Wirkung eines Körpers auf eine ternäre Zusammensetzung, oder zweier binären Zusammensetzungen auf einander, oder auch noch verwickelterer Zusammensetzungen hervorgehn. Dieß wird sich noch näher aus den speciellen Fällen ergeben, die wir in der Folge abhandeln werden.

14. Gäbe es keine, der Verwandtschaft entgegen wirkenden, Kräfte, so würden wir die Körper zu zwei und zwei, zu drei und drei, kurz alle zusammen verbinden können, und dann nicht mehr im Stande seyn, sie wieder zu trennen, wenn sie einmal verbunden wären. Das Daseyn mehrerer solcher Kräfte aber beschränkt die Anzahl der Verbindungen und hat zur Folge, daß die Zahl der binären, ternären, quaternären Verbindungen größer ist, als die der Zusammensetzungen aus fünf oder mehr Körpern.

15. Ueber das Maß der Verwandtschaft. — Da die Verwandtschaft häufig durch mehrere Kräfte modificirt wird, welche gewöhnlich keine Schätzung zulassen, so muß es ausnehmend schwer, wo nicht unmöglich seyn, sie zu messen. Jedoch glaubt Berthollet, daß sich die V. einer gewissen Anzahl Körper messen lasse, namentlich die der Säuren zu den Alkalien und umgekehrt. Seine Meinung gründet sich auf Folgendes: Wenn man eine Säure mit einem Alkali in gewissen Verhältnissen verbindet, so bemerkt man, daß die Eigenschaften des einen durch die des andern neutralisirt oder aufgehoben werden [1]). Da nun diese Neutralisation eine unmittelbare Wirkung der V. dieser Körper ist, so muß sie nach Berthollet als das Maß dieser V. selbst angesehen werden, so daß man nämlich die

---

1) Die Säuren haben die Eigenschaft, die blaue Farbe eines Stoffs, den man Lackmus nennt, zu röthen; die Alkalien die, die blaue Farbe des Veilchens zu grünen: verbindet man aber beide in gewissen Verhältnissen, so erhält man eine Zusammensetzung, welche weder die Lackmus- noch die Veilchenfarbe verändert. Unter diesen Umständen sagt man, die Säure und das Alkali neutralisiren sich wechselseitig in ihrer Verbindung.

respectiven Quantitäten Säure und Alkali, welche sich verbunden haben, in Rechnung zieht. Bertholle t nimmt dem zufolge an, daß die Verwandtschaften der Säuren zu den Alkalien oder der Alkalien zu den Säuren ihrer Sättigungscapacität proportional sind; d. h., daß die V. eines Alkali's zu einer Säure im Verhältniß der Quantität Säure steht, welche eine gegebene Quantität Alkali zu neutralisiren vermag, und umgekehrt. Gesetzt, ein Theil Alkali A erfordre zu seiner Neutralisation 1 Theil Säure B, zwei Theile Säure C, 3 Theile Säure E; so wird die V. des Alkalis zur Säure E dreimal so groß als die zur Säure B seyn u. s. w.; wonach, wenn man diesen Theil Alkali in Berührung mit einem Theil Säure B und drei Theilen Säure E brächte, kein Grund vorhanden seyn würde, warum sie sich eher mit der einen als mit andern verbinden sollte. Wir werden auf diesen Gegenstand, welcher von der höchsten Wichtigkeit ist, zurückkommen, wenn wir die Verbindungen der Säuren mit den Alkalien und andern ähnlichen Stoffen abhandeln. (721 bis).

Wie dem auch sey, gewiß ist, daß man gewöhnlich höchstens soviel bestimmen kann, welches von zwei, drei Körpern u. s. w. derjenige ist, der die stärkste oder nächste V.*) zu einem andern hat. Die Wege, dies auszumitteln, sind verschieden. Handelt es sich darum, die Verwandtschaftsstufe einer Gasart für eine Reihe fester K. zu bestimmen, mit welchen sie Verbindungen, die ihrerseits feuerbeständig und fest sind, einzugehen vermag, so verbinden wir sie mit jedem dieser Körper, und setzen successiv alle die so entstandenen Zusammensetzungen der Wirkung des Feuers aus. Hiedurch werden die Molecule von einander entfernt, so daß sie in mehrern dieser Verbindungen aus ihrer wechselseitigen Anziehungssphäre heraustreten, sich trennen, und daß das Gas, welches vermöge der es festhaltenden Verwandtschaft den festen Zustand mit dem Körper, mit dem es sich verbunden hatte, theilte, zum Zustande der Freiheit zurückkehrt und sich entbindet. Offenbar nun haben in Zusammensetzungen, deren Zersetzung sich auf solche Weise bewerkstelligen läßt, die Bestandtheile eine geringere wechselseitige V. zu einander, als in denen, welche keine solche Zersetzung gestatten; denn mit Ausnahme der Verwandtschaft kann man alle übrige Kräfte in ihnen für gleich annehmen; und gewiß ist, daß die V. um so schwächer ist, je weniger Wärme zur Zersetzung erfodert wird. Bezeichnen wir die festen Körper durch A, B, C, D u. s. w., das Gas durch G und die Zusammensetzungen

*) Man braucht nämlich für die höhern und niedern Grade der V. die Benennungen nähere und entferntere V.

durch AG, BG, CG, DG u. s. w. [1]). Gesetzt AG werde bei 100° zersetzt, BG bei einer höhern, CG bei einer noch höhern Temperatur u. s. w.; so werden wir zu schließen haben, daß G weniger V. zu A hat als zu B u. s. w. Wie aber wird man den Verwandtschaftsgrad von G für A, B u. s. w. ausmitteln, wenn AB, BG u. s. w. keiner Zersetzung durch die Wärme fähig sind? Anstatt alsdann AG, BG u. s. w. allein zu erhitzen, erhitze man sie mit einem andern Körper, der sich mit G zu verbinden vermag, nicht aber mit A noch mit B noch mit AG oder BG, u. s. w. [2]) und urtheile nach der Temperatur, bei welcher die Zersetzung erfolgt, vom Grade der V. Man kann auch in dem Falle, wo A sich nicht mit B oder BG, noch AG mit B zu verbinden vermag, direct AG mit B und BG mit A behandeln; denn wenn B das G dem A entzieht, A aber nicht es dem B zu entziehen vermag, so ist dargethan, daß G eine stärkere Verwandtschaft zu B als zu A besitzt. Immer sind es diese oder ähnliche Mittel, durch welche man die Stufe der Verwandtschaft auszumitteln sucht, die irgend ein Körper zu andern einnimmt, in welchem Zustande sich dieselben auch befinden mögen. Jedoch muß man zugestehen, daß das Erforderniß, alle andern Kräfte, welche außer der Verwandtschaft die Wirkung der Körper auf einander befördern oder hemmen können, in Rechnung zu ziehen, die Lösung der Aufgabe fast immer sehr schwierig, und häufig genug selbst unmöglich macht. In der Vernachlässigung dieser Kräfte liegt der Grund, warum die Tabellen, die Geoffroy, Bergmann u. s. w. über die Reihenfolge der Körper nach ihrer V. gegeben haben, so fehlerhaft sind. Eigentlich gelten diese Tabellen nur für die Zersetzungen; aber auch aus diesem Gesichtspuncte würden sie von großem Nutzen seyn, wofern sie nur richtig wären, was sie aber leider keineswegs immer sind.

16. Die Theorie, welche wir hier hinsichtlich der Kräfte, von denen die chemische Wirkung abhängt, auseinandergesetzt haben, ist ganz verschieden von der, welche ehemals angenommen wurde und Bergmann zum Urheber hat. Nach dieser wurde die chemische Wirkung nur von der V. abhängig gemacht, oder wenigstens oft außer Acht gelassen, die Quantität der Körper, die Expansivkraft der einen

---

1) Man kann sich z. B. unter dem Gas G das Sauerstoffgas vorstellen, welches ein Bestandtheil der atmosphärischen Luft ist, unter den festen Körpern A, B, C u. s. w. die Metalle, und unter den Zusammensetzungen AG, BG, CG die Metalloxyde, welche sämmtlich aus der Verbindung des Sauerstoffs mit den Metallen hervorgehn.

2) Dieser andre Körper wird Kohle seyn können, wenn die Zusammensetzungen AG, BG u. s. w. Metalloxyde sind.

und die Cohäsion der andern in Betracht zu ziehen. Man betrachtete die V. als absolut wirkend und glaubte, daß, wenn zwei Körper A und B eine stärkere V. zu einander, als jeder derselben zu einem andern Körper C hätten, dieser der Zusammensetzung AB keinen Theil A's noch B's zu entziehen vermöchte; daß dagegen, wenn ein Körper A mehr V. zu einem Körper B als zu einem Körper C besäße, und mehr auch, als einerseits B und C unter einander, andrerseits die drei Körper A, B und C unter einander, der Körper A den Körper B dem Körper C entzöge, und mit gleicher Kraft auf B vom Anfange bis zu Ende wirkte. Dieß ist jedoch bei Weitem nicht der Fall, und es gebührt Bertholle t das Verdienst, durch Darlegung dieser wichtigen Wahrheit die Bergmannsche Theorie über die Verwandtschaften gestürzt zu haben. Er war es, der den Einfluß der Quantität zuerst erkannte, und die Cohäsion, die Expansivkraft und das spec. Gewicht der Körper in gehörigen Betracht zog. Wir haben nur einige Andeutungen aus seinen schönen Untersuchungen geben können. Ausführlicher darüber muß man sich aus dem Werke selbst unterrichten, worin sie aufgezeichnet sind (S. statique chimique).

16. † Obwohl sich, wie erwähnt, feste Bestimmungen über die Verwandtschaftsgrade der verschiedenen Körper zu einander kaum geben lassen, so ist man doch auf dem Erfahrungswege zu folgenden allgemeinen, obschon nicht ausnahmslosen, Regeln in diesem Bezug gelangt:

1) Mit der größten Kraft verbinden sich einfache Stoffe mit einfachen zu Zusammensetzungen der ersten Ordnung, z. B. der Sauerstoff mit dem Wasserstoff zu Wasser, der Sauerstoff mit den Metallen zu Oxyden u. s. w. Auch zwischen zusammengesetzten Körpern der ersten Ordnung, z. B. zwischen Säuren und Metalloxyden, herrscht noch eine starke V., mit der sie sich zu Zusammensetzungen der zweiten Ordnung, z. B. zu Salzen, verbinden. Von hier aus nimmt die V. schnell ab; zwischen zusammengesetzten Körpern der zweiten Ordnung, z. B. zwischen Salzen, ist sie schon sehr schwach, daher wir auch nicht viele Doppelsalze kennen. Ueber diese hinaus wird die chemische Verwandtschaft unmerklich oder verschwindet für uns; dafür schaltet dann die Cohäsionskraft freier; daher die Körper in der Regel eine desto größere Neigung zum Krystallisiren zeigen, je zusammengesetzter sie sind.

2) Nur solche Körper, welche zu derselben Ordnung der Zusammensetzung gehören, oder auf derselben Zusammensetzungsstufe stehen, verbinden sich kräftig mit einander; also nur einfache mit einfachen, zusammengesetzte Substanzen der zweiten Ordnung mit ihres Gleichen u. s. w.

3) Die Körper äußern (die bereits angeführten zwei Umstände gleich gesetzt) eine desto größere V. gegen einander, je entgegengesetztere sinnliche Eigenschaften sie besitzen, oder je heterogener sie sind, wie z. B. Sauerstoff und Wasserstoff, Säuren und Alkalien, Chlor und Metalle u. s. w. Nur solche Stoffe sind im Stande, ihre wechselseitigen Eigenschaften ganz aufzuheben oder sie zu neutralisiren; daher der, durch eine Verbindung solcher Substanzen entstandene, neue Körper auch die meisten neuen, von jenen seiner Bestandtheile verschiedenen, Eigenschaften zeigt.

4) Die Stoffe sind dann am meisten geneigt, neue Verbindungen einzugehen, wenn sie alte eben erst verlassen haben. So verbindet sich der Stickstoff am leichtesten mit dem Sauerstoffe zu Salpetersäure, oder mit dem Wasserstoff zu Ammoniack, wenn er bei der Verwesung thierischer Substanzen (bei der Ammoniackbildung auch während ihrer Zerlegung durch Fäulniß oder Feuer) eben erst aus seiner Verbindung mit den übrigen Bestandtheilen der letzten frei wird. Wasserstoff und Stickstoff verbinden sich bei der Auflösung von Zinn in verdünnter Salpetersäure leicht zu Ammoniack, weil beide sich treffen, indem sie kaum die Verbindung mit Sauerstoff verlassen haben.

5) Ein Körper, der sich in mehrern Verhältnissen mit einem andern verbinden kann, hält die kleinen Verhältnisse gewöhnlich, doch nicht immer, fester gebunden, als die großen (Scholz Lehrb. der Chemie. Wien 1824. S. 28.).

16. †† Von der Unterscheidung der Verwandtschaft. Man nennt zuvörderst die V., wodurch verschiedenartige Körper mit einander bereits verbunden sind oder in einer bestehenden Verbindung festgehalten werden, die ruhende Verwandtschaft; jene hingegen, wodurch verschiedenartige Körper sich erst zu verbinden streben, die thätige, oder, wenn zur Bewerkstelligung der neuen Verbindung eine alte, bereits bestehende, erst aufgehoben werden muß, die trennende Verwandtschaft. Nach der Verschiedenheit der Umstände, unter welchen sich die zu verbindenden Körper vor der Verbindung befinden, unterscheidet man dann ferner vier Arten von V. durch besondre Namen, nämlich: die mischende Verwandtschaft oder die Verwandtschaft der Zusammensetzung, die einfache Wahlverwandtschaft, die mehrfache Wahlverwandtschaft und die disponirende Verwandtschaft.

Die V. der Zusammensetzung oder die mischende V. (affinitas mixtionis) findet dann Statt, wenn zwei oder mehrere verschiedenartige Körper sich mit einander verbinden, ohne eine frühere Verbindung verlassen zu müssen. Bei dieser Art von V., zu welcher zwei Körper hinreichen, obschon auch mehrere Theil nehmen können,

dürfen nur Verbindungen, aber keine Trennungen geschehen. Beispiele dieser V. liefern die Verbindungen des Schwefels mit Queckſilber zu Zinnober, die Auflösung des Kalks in Salpetersäure, die Verbindungen der Metalle mit einander zu Legirungeu u. ſ. w.

Die einfache Wahlverwandtſchaft (affinitas electiva simplex) tritt dann ein, wenn auf zwei, bereits chemisch mit einander verbundene, Körper A B ein dritter C wirkt, der zu einem von beiden, z. B. zu A, eine nähere V. hat, als die zwei schon verbundenen Stoffe zu einander haben: der zu C näher verwandte Körper A verläßt den entfernter verwandten B und verbindet ſich mit C zu dem neuen Körper AC. Bei dieſer V. laüſſen wenigſtens drei Stoffe thätig ſeyn: zwei, mit einander ſchon verbundne, und ein dritter, neu hinzugekommener, auf einen der verbundenen Körper einwirkender. Es geſchieht hier nicht nur eine Verbindung, ſondern auch eine Trennung; denn, wenn keine Trennung geſchieht, ſondern der Körper A ſowohl als B, oder das ganze Compoſitum AB ſich mit C verbindet, ſo gehört der Fall nicht mehr zur Wahlverwandtſchaft, ſondern zur V. der Zuſammenſetzung. Bei der einfachen Wahlverwandtſchaft entſtehen immer zwei neue Körper, einer durch Zuſammenſetzung, der andre durch Trennung. Ein Beiſpiel der einfachen Wahlverwandtſchaft erhält man durch Erhitzung des Zinnobers (einer chemiſchen Verbindung von Queckſilber und Schwefel) mit Eiſenfeile. Hier verbindet ſich der nähern V. wegen das Eiſen mit dem Schwefel zu Schwefeleiſen, und das Queckſilber wird in reiner Geſtalt ausgeſchieden.

Die mehrfache (doppelte, dreifache) Wahlverwandtſchaft (affinitas electiva multiplex) kann nur dann eintreten, wenn zwei Körper auf einander wirken, wovon jeder wenigſtens zwei Beſtandtheile hat, und wenn dieſe zwei zuſammengeſetzten Körper nicht als Ganze auf einander wirken, ſondern ihre Beſtandtheile gegenſeitig austauſchen. Der eine zuſammengeſetzte Körper heiße AB, der andre CD. Die V. zwiſchen A und B, dann jene zwiſchen C und D zuſammengenommen, machen die Summe der ruhenden Verwandtſchaften. Weil alle Körper mit einander verwandt ſind, ſo muß auch A von C und B von D angezogen werden; dieſe beiden Anziehungen zuſammengenommen bilden die Summe der trennenden Verwandtſchaften. Iſt die Summe der trennenden Verwandtſchaften kleiner als die Summe der ruhenden, ſo bleibt Alles beim Alten. Uebertrifft die Summe der trennenden Verwandtſchaften jene der ruhenden, und iſt dieſe Uebermacht zugleich ſo groß, daß die Cohäſions- oder Expanſivkräfte, überhaupt die, jeder chemiſchen Veränderung entgegenwirkenden, Kräfte der Körper AB und CD überwältigt werden, ſo folgen die Körper, wie immer, der ſtärkern Kraft; A verbindet ſich mit C zu einem neuen

Körper AC und meistens auch B mit D zu BD. Zu dieser V. gehören nothwendig wenigstens vier Stoffe, wovon immer zwei und zwei zu Einem Körper verbunden sind. Es geschehen immer zwei Trennungen und meistens, aber nicht immer, zwei neue Verbindungen. Man unterscheidet daher auch die nothwendige von der zufälligen mehrfachen Wahlverwandtschaft. Bei der ersten ist die Summe der trennenden Verwandtschaften nothwendig, um die ruhenden Verwandtschaften aufzuheben, bei der letztern ist Eine der trennenden Verwandtschaften der Summe der ruhenden schon so überlegen, daß sie allein die alten Verbindungen aufzuheben im Stande ist, und also der zweiten trennenden V., die sich öfters auch ganz unthätig verhält, gar nicht bedarf. Man erkennt die zufällige doppelte Wahlverwandtschaft dadurch, daß jeder der beiden zusammengesetzten Körper AB und CD einen Bestandtheil enthält, der schon für sich durch die einfache Wahlverwandtschaft den andern zusammengesetzten Körper zu zerlegen vermag. Bei der nothwendigen mehrfachen Wahlverwandtschaft müssen zwei neue Verbindungen durch Zusammensetzung entstehen; bei der zufälligen mehrfachen Wahlverwandtschaft entsteht öfters nur Eine neue Verbindung, indem die zwei andern ausgeschiedenen Körper sich eben nicht mit einander zu verbinden brauchen. In dem letztern Falle entstehen drei neue Verbindungen, eine durch Zusammensetzung, die zwei andern durch Trennung. Kocht man fein gepulverten Schwerspath (schwefelsauren Baryt) in einer Lauge von kohlensaurem Kali, so entsteht schwefelsaures Kali und kohlensaurer Baryt, obschon weder die Kohlensäure, noch das Kali für sich allein den schwefelsauren Baryt zu zerlegen vermögen. Hier ist also die doppelte Wahlverwandtschaft zur Zerlegung nothwendig. Beim Zusammengießen einer Lauge von schwefelsaurem Natrum und von salzsaurem Baryt entsteht schwefelsaurer Baryt und salzsaures Natrum; allein hier ist die doppelte Wahlverwandtschaft nicht nothwendig, indem die Schwefelsäure allein schon den salzsauren Baryt, und der Baryt allein schon das schwefelsaure Natrum zu zerlegen vermag. Setzt man einer Auflösung von schwefelsaurer Alaunerde kohlensaures Ammoniack zu, so entsteht eine Auflösung von schwefelsaurem Ammoniack, Alaunerde wird gefällt und Kohlensäure entweicht; dieses ist also eine zufällige, mehrfache Wahlverwandtschaft mit Einer neuen Verbindung oder mit drei neuen Körpern, weil die wechselseitige V. der ausgeschiedenen Kohlensäure und der gefällten Alaunerde nicht so groß ist, um die Hindernisse der Verbindung, nämlich die Expansivkraft der Kohlensäure und die Cohäsionskraft der Alaunerde zu überwinden. — Wenn sich zwei zusammengesetzte Körper AB und CD mit einander als solche, ohne vorhergegangene Zerlegung, verbinden, wo auch immer nur Ein neuer

Körper mit einer höhern Zusammensetzungsstufe entsteht, so gehört der Fall zur mischenden Verwandtschaft.

Die disponirende V. (affinité disposante, affinitas producens) hat dann Statt, wenn zwei Körper A und B, welche keine zur Verbindung hinreichende V. besitzen, sich doch mit einander verbinden, so bald ein dritter Körper C in ihre Wirkungssphäre kommt, der auch zu A und B keine hinreichende, aber zu dem Compositum aus beiden, also zu AB, eine große V. hat. Der Körper C disponirt hier also die Körper A und B, sich gleichsam gegen ihre Neigung zu verbinden, damit er selbst sich mit dem neuentstandnen Producte vereinigen könne. Das, in der Atmosphäre vorhandene, Sauerstoffgas und Stickgas haben keine so große V. zu einander, daß sie sich unter den gewöhnlichen Umständen zu Salpetersäure verbinden; wirkt aber ein Alkali, welches auch weder zum Sauerstoffe, noch zum Stickstoffe, wohl aber zur Salpetersäure eine große V. hat, auf das Gemenge dieser zwei gasförmigen Substanzen ein, so bewirkt sie, daß sich der Sauerstoff mit dem Stickstoffe zu Salpetersäure verbindet, und eignet sich dann diese neu entstandne Säure an.

(Lehrb. der Chemie von Scholz. S. 19. u. ff.).

17. Gesetz, nach welchem die Körper sich verbinden. Wenn die Körper nur eine schwache V. zu einander besitzen, so scheinen sie sich in allen Verhältnissen mit einander verbinden zu können, wenigstens innerhalb der Gränzen, zwischen welchen ihre Verbindung Statt haben kann: so das Wasser und das Salz, das W. und der Weingeist, oder jeder andere, in W. auflösliche Körper.

Ist hingegen ihre V. zu einander sehr groß, so verbinden sie sich höchstens nur in einer kleinen Zahl von Verhältnissen, Gesetzen zufolge, die wegen ihrer Allgemeinheit und namentlich wegen der einfachen Beziehungen, die sie zwischen den respectiven Quantitäten der Bestandtheile, welche zu neuen Körpern sich zusammensetzen, feststellen, merkwürdig sind. Den passendsten Beleg hiezu werden wir wählen, wenn wir zuerst die Erscheinungen betrachten, welche uns die gasförmigen Stoffe darbieten, deren Verbindungen immer sehr innig sind. Alle diese Stoffe verbinden sich, wie Gay-Lussac nachgewiesen, dem Volumen nach in einfachen Verhältnissen, und so, daß ihre scheinbare Zusammenziehung gleichfalls in einfachem Verhältnisse mit ihrem ursprünglichen Volumen steht; wie aus den, in nachstehender Tabelle angeführten, Beispielen erhellen wird.

	verbinden sich mit	und bilden
200 Wasserstoffgas .	100 Sauerstoffgas .	Wasser.
300 deßgl. . . .	100 Stickstoffgas .	200 Ammoniackgas.
100 deßgl. . . .	100 Chlor	200 salzsaures Gas.
100 Stickstoffgas .	50 Sauerstoffgas .	100 erstes Stickstofforyd.
100 deßgl. . . .	100 deßgl. . . .	200 zweites Stickstofforyd.
100 deßgl. . . .	150 deßgl. . . .	salpetrige Säure.
100 deßgl. . . .	200 deßgl. . . .	eine andre salpetr. Säure.
100 deßgl. . . .	250 deßgl. . . .	Salpetersäure.
100 salzsaures Gas	100 Ammoniackgas .	ein festes Salz.
100 Ammoniackgas .	50 kohlensaures Gas	ein festes Salz.
100 deßgl. . . .	100 deßgl. . . .	ein festes Salz.

Wenn sich mithin zwei Gasarten in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbinden; so werden, wenn die Quantität, welche von der einen Gasart in die verschiedenen Verbindungen eingeht, als beständig angenommen wird, die Quantitäten, die von der andern in die verschiedenen Verbindungen eingehn, im Verhältniß von ganzen Zahlen, sowohl dem Gewicht, als dem Volumen nach betrachtet, steigen. Die Verbindungen des Stickstoffs und Sauerstoffs, fünf an der Zahl, können als Beispiel dienen. Nimmt man nämlich die Quantität Stickstoff als beständig an, und rechnet sie zu 100 Theilen; so enthält die erste Verbindung auf diese 100 Theile Stickstoff 50 Theile Sauerstoff; die 2te 100; die 3te 150; die 4te 200; die 5te 250; so daß die Quantität Sauerstoff, welche in die erste Verbindung eingeht, die Hälfte vom Sauerstoff der zweiten Verbindung, das Drittheil von dem der dritten, das Viertheil von dem der vierten u. s. f., so wohl dem Volumen, als dem Gewicht nach betrachtet, ist.

Da sich nun mehrere tropfbarflüssige und feste Körper in Gaszustand bringen lassen, ja da sie sämmtlich bei Anwendung hinlänglich starker Hitze die Gasform annehmen würden, so bietet sich sehr natürlich die Annahme dar, daß auch diese Arten Körper den nämlichen Gesetzen der Zusammensetzung unterworfen sind. Wirklich sieht man diesen Schluß durch eine große Menge Versuche gerechtfertigt, und es zeigt sich im Allgemeinen, wenn zwei Körper A und B sich zu zwei verschiedenen Verbindungen C, D zusammenzusetzen vermögen, daß, wenn von A dieselbe Quantität in C und D eingeht, die Quantität von B in C sich zu der von B in D verhält, wie 1 zu 2 oder zu 3 oder zu 4.

Wenn, wie erwähnt (17), ein großer Unterschied zwischen der Zahl von Verbindungen Statt findet, welche einerseits die, mit einer kräftigen V. begabten, Körper, andrerseits die, deren V. schwach ist,

zu bilden vermögen, so ist der Unterschied nicht geringer, der sich zwischen den Eigenschaften dieser beiden Gattungen zeigt. In der ersten Gattung von Verbindungen nämlich findet man die Eigenschaften der gebildeten Zusammensetzung ganz anders beschaffen als die der Körper, aus welchen sie zusammengesetzt ist; während sie in der zweiten kaum von denen der Bestandtheile unterschieden sind. Belege hiezu geben das Kochsalz, welches, obwohl aus zwei sehr ätzenden Stoffen zusammengesetzt, doch einen angenehmen kühlenden Geschmack besitzt, und die Auflösung des Zuckers im W., deren Geschmack mit dem des Zuckers selbst übereinstimmt.

Uebrigens sagt man in allen Fällen, ein Körper sey mit seinem andern gesättigt, wenn er mit der größtmöglichen Quantität desselben verbunden ist.

17 bis. Die hier dargelegten Gesetze gereichen einem System sehr zur Stütze, welches Dalton in seiner Philosophie chimique aufgestellt hat. Dieses System, welches den Namen des atomistischen führt, und von welchem man die ersten Andeutungen in einem, 1789 erschienen, Werke von Higgins findet, ist zu bemerkenswerth, um hier übergangen zu werden.

Dalton nimmt zuvörderst mit allen Chemikern an, daß die Verbindungen nur zwischen den Atomen oder Moleculen der Körper Statt haben, und setzt, hiervon ausgehend, als Grundsatz fest, daß, wenn zwei Körper A und B sich in mehrern Verhältnissen mit einander zu verbinden vermögen, ihre Vereinigung immer atomenweise geschehen muß, nach folgender Art:

1 Atom von A mit 1 Atom von B bildet 1 binäres Atom c.
1 Atom von A mit 2 Atomen von B bildet 1 ternäres Atom d.
2 Atome von A mit 1 Atom von B bilden 1 ternäres Atom e.
1 Atom von A mit 3 Atomen von B bildet 1 quaternäres Atom f.
3 Atome von A mit 1 Atom von B bilden 1 quaternäres Atom g.

Ferner nimmt er an, 1) daß, in dem Falle, wo zwei Körper nur eine einzige Verbindung geben, die Atome der Zusammensetzung alle binär sind; 2) daß, wenn die Körper zweier Verbindungen fähig sind, die Atome der einen alle binär, die der andern ternär sind; 3) daß, wenn der Verbindungen drei sind, eine derselben aus binären, die beiden andern aus ternären Atomen hervorgehn; 4) daß, wenn vier Verbindungen Statt finden können, die eine aus binären, zwei andre aus ternären, die letzte aus quaternären Atomen besteht; daß endlich die atomistische Theorie nicht allein für die Verbindungen der einfachen Körper gilt, sondern auch für die, welche zwischen den einfachen und den zusammengesetzten Körpern oder zwischen Zusammense-

tzungen und Zusammensetzungen Statt haben können; daß wenn z. B. ein Neutralsalz aus einem Atom Base und einem Atom Säure entsteht, das nämliche Salz mit Ueberschuß der Säure aus einem Atom der nämlichen Base und zwei Atomen Säure hervorgeht.

Diese Art, die Atomenzahl zu bestimmen, ist jedoch durchaus hypothetisch; denn läßt sich daraus, daß man noch nicht vermocht hat, zwei Körper in mehr als Einem Verhältniß zu verbinden, schließen, daß dies auch künftig nicht möglich seyn wird? Und wenn selbst von zwei Körpern gewiß wäre, daß sie sich nur in einem einzigen Verhältnisse zu verbinden vermöchten, wie läßt sich darthun, daß diese Verbindung gerade nur zwischen Einem Atom des einen, und Einem des andern vor sich gehen kann? Wäre nicht eben so gut möglich, daß sie zwischen Einem Atom des einen und zwei oder drei Atomen des andern Statt hätte?

Diese Bemerkungen waren zu einleuchtend, um die Chemiker nicht zu einer Abänderung der Ansicht des Englischen Gelehrten zu veranlassen. Jedoch muß man gestehen, daß sie an die Stelle von Hypothesen nur andre Hypothesen zu setzen gewußt haben. Die, auf welche sie ihre Berechnung gründen, erscheint indeß ziemlich annehmbar, wenn die in Betracht gezogenen Producte aus gasförmigen Bestandtheilen hervorgehen. Nach ihnen enthalten alle einfachen Gasarten unter dem nämlichen Volumen eine gleiche Atomenzahl, und da die Erfahrung lehrt, daß die gasförmigen Stoffe sich dem Volumen nach in einfachen Verhältnissen verbinden, so vermögen sie daraus leicht die Zahl Atome abzuleiten, zwischen denen die Verbindung erfolgt. Sie wird zwischen einem Atom des einen und einem Atom des andern Statt haben, wenn die Gasarten sich zu gleichen Volumtheilen verbinden; zwischen einem Atom des einen und zwei Atomen des andern, wenn die verbundnen Volumtheile sich zu einander wie 1 zu 2 verhalten u. s. f.

Wo jedoch diese Hypothese ihre Anwendbarkeit verliert, (wo sich nämlich die zu verbindenden Körper nicht in Gaszustand erhalten lassen), nähert man sich wieder der Daltonschen und sucht die wahren Bestimmungen dadurch zu finden, daß man verschiedene Körper, welche Atome derselben Beschaffenheit enthalten, mit einander vergleicht, und zur Darstellung ihrer Zusammensetzung die einfachsten und übereinstimmendsten Zahlen wählt. Wir wollen suchen, dies durch Beispiele verständlich zu machen. Der Bleioxyde*) giebt es drei, und die Quantitäten Sauerstoff, welche sie bei der nämlichen Quantität

*) Oxyd nennt man überhaupt jede (nicht saure) Verbindung eines einfachen Stoffs mit Sauerstoff.

Metall enthalten, verhalten sich unter einander, wie die Zahlen 2, 3 und 4, was uns geneigt machen muß, zu schließen, daß sie durch Verbindung eines Atoms Blei mit 2, 3 und 4 Atomen Sauerstoff hervorgehen. Die Kupferoxyde, ebenfalls drei an der Zahl, enthalten Quantitäten Sauerstoff, die sich, wie die Zahlen 1, 2 und 4 unter einander verhalten; und man könnte sie hienach als aus einem Kupferatom mit 1, 2 und 4 Sauerstoffatomen zusammengesetzt annehmen; allein es ist einfacher, das zweite Oxyd als aus einem Metall- und einem Sauerstoffatom; das erste als aus zwei Kupfer- und einem Sauerstoffatom; das dritte als aus 2 Sauerstoff- und 1 Kupferatom zusammengesetzt zu betrachten.

Es ist nämlich wahrscheinlich, daß, wenn das erste Oxyd aus 1 Kupfer- und 1 Sauerstoffatom zusammengesetzt wäre, das dritte aus 1 Metall- und 3 Sauerstoffatomen zusammengesetzt seyn würde, d. h. daß die Sauerstoffquantitäten in diesen Oxyden sich, wie die Zahlen 1, 2, 3 unter einander verhalten würden, nicht aber wie 1, 2, 4.

Jedenfalls sieht man, daß man durch keins dieser Mittel die Zahl Atome mit Sicherheit zu bestimmen vermag, welche von jeder Art in eine Verbindung wirklich eingehen, und daß bei dieser Bestimmung immer etwas Willkühr Statt findet. Mit Gewißheit kann man zwar wohl annehmen, daß alle Verbindungen zwischen den Atomen selbst, und zwar gewöhnlich nur nach geringen Zahlen erfolgen; allein zwischen wie vielen? dies läßt sich nicht mit Bestimmtheit angeben. Die Wahl ist allerdings beschränkt; sehr beschränkt; allein doch immer nicht aufgehoben; und wo man noch zu wählen hat, kann man nie vollkommen sicher seyn, sich nicht zu täuschen.

Jedoch würde diese Ungewißheit, wenigstens für die einfachen Körper, verschwinden, wenn sich das, von Dulong und Petit aufgestellte, Gesetz für jeden dieser Körper bestätigte, daß nämlich die specifische Wärme aller Elementaratome die nämliche ist (s. Biots Physik im 4ten Bande). Auch würde dies so bemerkenswerthe Gesetz durch die Anwendungen, deren es fähig ist, vom höchsten Einfluß werden (61).

Hat man aber einmal die Zahl der Atome bestimmt, so ist dann nichts leichter, als ihre relativen Gewichte oder ihre Dichtigkeiten zu finden. Gesetzt z. B. man habe zwei Körper N und P, welche fähig sind eine Zusammensetzung zu geben, in welcher je ein Atom des einen Körpers mit je einem des andern verbunden ist; so leuchtet ein, daß zwischen den Gewichten dieser beiderseitigen Atome das nämliche Verhältniß Statt finden wird, als zwischen den Gewichten der Quantitäten selbst, welche sich von den Körpern N und P mit einander verbunden haben. Findet man also durch Erfahrung, daß in der Zusammensetzung NP 4

Gewichtstheile vom Körper N und 3 vom Körper P eingehen, so werden diese Zahlen 4 und 3 nothwendig die Gewichte der Atome N und P im Verhältniß zu einander ausdrücken.

Machen wir jetzt die Anwendung hievon auf das W. Man weiß, daß dieses aus zwei Volumtheilen Wasserstoff und einem Volumtheil Sauerstoff gebildet wird; wonach wir annehmen werden, daß jedes integrirende Atom oder Massentheilchen Wasser aus zwei Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff besteht; andrerseits aber ist dargethan, daß das W., dem Gewichte nach, aus 88, 90 Srst. und 11, 10 Wasserstoff besteht; und wenn man somit das Gewicht eines Atoms Srst. durch 88, 90 ausdrückt, so wird man das zweier Atome Wasserstoff durch 11, 10 und das eines einzigen durch 5, 55 auszudrücken haben.

Um die Gewichte der verschiedenartigen Atome leicht mit einander vergleichen zu können, war erforderlich, das Gewicht einer Art Atome als Einheit anzunehmen, wozu man das eines Sauerstoffatoms wählt. Die Gewichte der andern werden dann durch Zahlen vorgestellt, welche größer oder geringer als die Einheit sind, je nachdem ihr Gewicht weniger oder mehr als das eines Sauerstoffatoms beträgt; wie durch die folgenden Beispiele deutlich gemacht wird. 1) Fanden wir, daß das Masserstoffatom 5, 55 wog, wenn das Gewicht des Sauerstoffatoms zu 88, 90 angesetzt wurde. Drücken wir sonach das Gewicht des letztern durch 1 aus, so haben wir das des ersten durch 0,0625 darzustellen. 2) Nimmt man an, daß das erste Kupferoxyd aus einem Atom Srst. und 2 Atomen Kupfer besteht; da nun dies Oxyd aus 12, 5 Srst. und 100 Kupfer dem Gewicht nach zusammengesetzt ist, so folgt, daß das Gewicht des Atoms Srst. sich zum Gewicht des Kupferatoms verhält, wie 1 zu 4.

Die Gewichtsbestimmung für die Atome der meisten andern Stoffe ist auf ähnliche Weise erhalten worden, wovon bei Abhandlung jedes Körpers besonders die Rede seyn wird; und zuletzt werden wir sämmtliche Resultate in eine Tabelle vereinigen, die man im letzten Bande finden wird.

Wir haben einen Gegenstand von solcher Ausdehnung hier keineswegs erschöpfen können; blos die Grundlagen desselben ließen sich angeben, weil der Leser, der erst ins Gebiet der Chemie eintritt, uns sonst nicht zu folgen vermocht hätte; dagegen ihm das Verständniß leicht fallen wird, wenn er die Eigenschaften der Körper schon kennt. Deßhalb haben wir alle weitere Erörterungen über diesen Gegenstand auf den letzten Theil des Werks verspart.

† Zusätze zu diesem Abschnitt. Man wird leicht einsehen, wie sehr durch die Berechnung nach Atomen die Angaben vereinfacht

werden müssen. Anstatt nöthig zu haben, die schwer zu merkenden Gewichtsverhältnisse, nach denen sich zwei Stoffe verbinden, anzugeben, giebt man die einfachen Zahlen an, in denen sich ihre Atome verbinden, und findet daraus das Gewichtsverhältniß der Bestandtheile aufs Leichteste aus der Tabelle, welche die relativen Gewichte der Atome angiebt.

Das nämliche, was der Ausdruck Atomengewicht oder Gewicht eines Atoms sagt, wird auch durch die Benennungen Proportionalzahl, stöchiometrische Zahl, Mischungsgewicht, chemisches Aequivalent ausgedrückt; sie bezeichnen alle der Sache nach das Nämliche; und die Verschiedenheit der Benennungen rührt nur von der Verschiedenheit der Ansichten, von welchen aus man auf sie gekommen ist, her.

Unter Stöchiometrie versteht man überhaupt die Lehre von den Quantitätsverhältnissen bei chemischen Verbindungen. Die Lehre von den Atomengewichten gehört ihr daher wesentlich als Theil an.

Zweites Buch.

Von der Nomenclatur der Chemie*) und der Ordnung, welche bei Betrachtung der Körper befolgt werden wird.

18. Nachdem wir, wie es die Sache so mit sich brachte, zu Anfange dieses Werks die Natur der Körper, die Kraft, welche ihre Bestandtheile vereinigt, und das Gesetz, nach welchem die Verbindung dieser Theile erfolgt, untersucht haben, liegt uns die Beschäftigung ob 1) mit der Nomenclatur oder Namengebung der Chemie, d. h. mit den Benennungen, welche zur Bezeichnung der verschiedenen, bis jetzt bekannten, Körper gebraucht werden; 2) mit der Ordnung, die wir beim Studium derselben zu befolgen haben.

19. Die Anzahl der einfachen Körper beträgt 51, das hypothetische Radical der Flußsäure nicht mit inbegriffen. Die Zahl der zusammengesetzten Körper ist weit beträchtlicher, und muß sogar unendlich scheinen, weil ein bloßer Unterschied im Verhältniß der Bestandtheile hinreicht, einen sehr großen Unterschied in den Eigenschaften zu bedingen. [1]).

---

*) Da es in Auseinandersetzung der Deutschen Nomenclatur nöthig wurde, vom Original abzugehen, so habe ich auch hier vorzüglich das Lehrbuch von Scholz benutzt.

1) Wir erwähnen hier keins der unwägbaren Fluida, welche das Flui-

Unbezeichnende Namen können den einfachen Körpern gegeben werden; und sie verdienen selbst den Vorzug, wenn sie kurz sind und sich der Bildung andrer Namen fügen. Sehr wichtig aber ist es, den zusammengesetzten Körpern Benennungen zu ertheilen, welche gleich den Ausdruck für ihre Zusammensetzung geben. Diesen Weg hat man denn auch bei der chemischen Nomenclatur eingeschlagen.

Zehn von den 51 einfachen Körpern führen folgende Namen: Sauerstoff oder Oxygen, Wasserstoff oder Hydrogen, Boron oder Bor, Kohlenstoff oder Carbon, Phosphor, Schwefel, Selen, Jod oder Jodine, Chlor oder Chlorine, Stickstoff oder Azot. Die übrigen 41, welche metallischer Natur sind, hat man folgenderweise benannt: Silicium oder Kieselmetall, Zirconium, Thorinium, Aluminium, Yttrium, Glycinium, Magnesium, Calcium, Strontium, Baryum, Lithium, Sodium oder Natronium, Potassium oder Kalium, Mangan, Zink, Eisen, Zinn, Arsenik, Molybdän, Chrom, Tungstenium oder Wolframium, Columbium oder Tantalium, Antimonium oder Spießglanz, Uran, Cerium, Kobalt, Cadmium, Titan, Wismuth, Kupfer, Tellur, Nickel, Bley, Quecksilber oder Mercur, Osmium, Silber, Rhodium, Palladium, Gold, Platin, Iridium.

Wir werden ferner mit dem gemeinschaftlichen Namen der verbrennlichen oder oxydirbaren Körper alle einfachen Körper außer dem Sauerstoff belegen, weil alle sich mit diesem Grundstoff unter Entbindung von Wärme und oft auch von Licht zu verbinden vermögen, und man von jeher schon wegen der nämlichen Eigenschaften die Kohle, das Holz, die Oele u. s. w. verbrennliche Körper genannt hat.

20. Bevor wir von der Art, wie die Benennungen der zusammengesetzten Körper gebildet werden, handeln, müssen wir vorausschicken, daß dieser Körper keineswegs eine so große Anzahl ist, als man glauben könnte; und daß sie, weit entfernt, aufs Unendliche zu steigen, nicht einmal sich so hoch beläuft, als Verbindungen zwischen je zwei und zwei, je drei und drei u. s. w. der einfachen Körper möglich sind. Die meisten bis jetzt bekannten zusammengesetzten Körper nämlich gehen größtentheils hervor 1) aus der Verbindung des Sauerstoffs mit jedem der verbrennlichen Körper; 2) aus der Verbindung eines, mit Sauerstoff verbundnen, einfachen Körpers mit einem an-

---

dum der Wärme, das Lichtfluidum, das elektrische Fluidum, das magnetische Fluidum sind. Es ist hier der Ort noch nicht, davon zu sprechen.

dern, ebenfalls mit Srst. verbundnen, einfachen Körper; 3) aus der Verbindung zweier, dreier, selten vier verbrennlicher Körper unter einander; 4) aus der Verbindung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff und dem Kohlenstoff; 5) aus der Verbindung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff, dem Kohlenstoff und dem Stickstoff.

21. Während man alle einfachen Körper außer dem Srst. unter dem allgemeinen Namen der verbrennlichen Körper befaßt, hat man unter verbrannten Körpern eben diese Körper zu verstehen, wenn sie sich mit Srst. verbunden haben, mögen sie vorher unter einander 1 mit 1, 2 mit 2, 3 mit 3 u. s. w. verbunden seyn oder nicht. Die verbrannten Körper erhalten verschiedne Namen je nach ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften. Säuren nennt man sie, wenn sie einen sauren Geschmack haben, und gleich dem sauren Wein die blaue Lackmusfarbe röthen, u. s. w. (15); Oxyde dagegen (oder auch, in wie fern sie sich mit Säuren zu Salzen zu verbinden vermögen, Basen), wenn sie geschmacklos sind oder wenigstens einen nicht sauren Geschmack besitzen, und anstatt die Lackmusfarbe zu röthen, vielmehr das Blau derselben, wenn sie zuvor durch eine Säure geröthet war, wieder herstellen. Man bezeichnet alsdann die einzelnen Oxyde und Säuren, in dem Fall wo ihre Zusammensetzung binär ist, wie von fast allen, die nicht thierischer oder pflanzlicher Natur sind, gilt, auf nachfolgende Weise.

Wenn ein verbrennlicher Körper durch seine Verbindung mit dem Srst. nur ein einziges Oxyd zu bilden vermag, so bezeichnet man dieses schlechthin nach dem Namen des Körpers selbst. So heißt das Oxyd, welches durch Verbindung des Sauerstoffs und Kohlenstoffs hervorgeht, schlechthin Kohlenstoffoxyd. Vermag aber der verbrennliche Körper dadurch, daß er in mehrern Verhältnissen mit dem Srst. zusammentritt, mehrere Oxyde zu bilden, z. B. drey, so nennt man das erste Oxyd oder das, welches den wenigsten Sauerstoff enthät, Protoxyd oder Oxydul, das zweite Deutoxyd und das dritte Tritoxyd; das den meisten Sauerstoff enthaltende heißt dann auch noch jedesmal Peroxyd oder vollkommenes Oxyd: daher zur Bezeichnung der drei Bleyoxyde folgende Benennungen: Protoxyd von Bley oder Bleyoxydul, Deutoxyd von Bley, Tritoxyd oder Peroxyd von Bley. (Oefters jedoch bedient man sich auch blos der Benennungen erstes, zweites, drittes Oxyd u. s. w. — Ist die, mit einem Körper verbundene, Sauerstoffmenge zu klein, als daß er auf dieser Oxydationsstufe sich mit einer Säure zu einem Salze verbinden oder als Salzbasis dienen könnte, so heißt er ein Suboxyd; ist dagegen mit einem Körper so viel Srst. verbunden, daß er dadurch die Eigenschaft einer Salzbase

verloren hat, ohne jedoch noch jene einer Säure erlangt zu haben, so heißt er ein Hyperoxyd.

Eben so einfache Regeln gelten für die Benennung der Säuren. Bildet ein Körper auf zwei Oxydationsstufen Säuren, so unterscheidet man diese dadurch, daß man derjenigen, welche den Sauerstoff in kleinerm Verhältnisse enthält, den Namen des Körpers als Beiwort, der mit dem größern Verhältnisse von Srst. dagegen als Hauptwort vorsetzt. So ist schwefelige Säure die, in welcher der Schwefel mit einem kleinern Verhältnisse von Srst. verbunden ist, Schwefelsäure, wo letztrer in größerm Verhältnisse in die Verbindung eingeht. Vermag ein Körper nur Eine Säure durch Verbindung mit Sauerstoff zu bilden, so wird diese nach Art der letztern Säuren benannt, so z. B. Kohlensäure. Im Französischen erhalten die Säuren mit weniger Sauerstoff die Endigung auf eux, im Lateinischen auf osum; so schwefelige Säure, acide sulphureux, acidum sulphurosum; den mit dem größern Verhältniß von Sauerstoff, giebt man im Französischen die Endigung in ique, im Lateinischen in icum; so Schwefelsäure, acide sulphurique, acidum sulphuricum.

Bis noch neuerlich kannte man keinen verbrennlichen Körper, der mehr als zwei Säuren durch Verbindung mit Srst. darzustellen vermochte. Dulong, Petit und Welter jedoch haben die Entdeckung gemacht, daß dem Phosphor, dem Stickstoff und dem Schwefel diese Eigenschaft zukommt. Man hilft sich bei Benennung dieser neuen Säuren durch Vorsetzung des Wortes unter: z. B. Unterschwefelsäure, unterschwefelige Säure.

In welcher Zahl übrigens auch die Oxyde und Säuren vorhanden seyn mögen, die ein und der nämliche verbrennliche Körper durch seine Verbindung mit dem Srst. zu bilden vermag, immer enthält das Peroxyd oder dasjenige Oxyd, in welches der Srst. im stärksten Verhältniß eingeht, weniger Srst., als die mindest oxydirte Säure; eine Bemerkung, die aber weder für den Fall gilt, wo die Oxyde und Säuren verschiedene verbrennliche Körper enthalten, noch für den, wo sie, wie bei den vegetabilischen Säuren der Fall ist, mehrere verbrennliche Körper enthalten. Uebrigens nennt man manchmal den verbrennlichen Körper, der die Grundlage eines Oxyds oder einer Sauerstoffsäure (nämlich auch durch Verbindung mit Wasserstoff erhalten manche Körper die Eigenschaften der Säuren) ausmacht, das Radical derselben. Man wird mithin sagen können, der Kohlenstoff sey das Radical der Kohlensäure und des Kohlenstofforyds.

Nicht alle Säuren enthalten Srst.; es giebt deren einige, welche blos aus zwei verbrennlichen Körpern bestehen, und deren Daseyn noch

nicht lange sicher gestellt ist. Man wußte Anfangs nicht, wie man sie benennen sollte; endlich ist man dahin übereingekommen, ihre Namen aus deren ihrer Bestandtheile zusammenzusetzen, und ihnen die nämliche Endigung, als den andern Säuren zu geben. Hiernach nennt man die Säure, welche vom Wasserstoff und Schwefel zusammengesetzt wird, Schwefelwasserstoffsäure, diejenige, welche aus Jod und Wasserstoff gebildet wird, Jodwasserstoffsäure; (die aus Chlor und Wasserstoff bestehende Chlorwasserstoffsäure wird indeß häufiger mit dem sich von Früher herschreibenden Namen Salzsäure belegt). An diesen Namen ist freilich das zu tadeln', daß sie den Unterschied der mit ihnen belegten Säuren von den Sauerstoffsäuren nicht gehörig andeuten; ein Uebelstand, der sich dadurch heben ließe, daß man ihnen eine besondere Endigung gäbe.

22. Das bisher Angeführte umfaßt die Nomenclatur der Säuren und Oxyde genügend; jetzt kommen wir zu der der Zusammensetzungen, welche von zwei verbrannten binären Körpern gebildet werden. Es fehlt noch an bestimmten Regeln hinsichtlich der Benennung der Zusammensetzungen, welche aus der Verbindung zweier Oxyde oder zweier Säuren oder einer Säure und eines nicht metallischen Oxyds hervorgehn; dagegen giebt es deren in Bezug auf die Zusammensetzungen aus Säuren und Metalloxyden. Diese Zusammensetzungen, deren Zahl sehr groß ist, führen im Allgemeinen den Namen Salze.

Die Salze werden nach der Säure in Gattungen, und diese nach der Basis (d. i. wie erwähnt, das Oxyd, mit welchem sich die Säure zum Salze verbindet) [1]), in Arten eingetheilt; so sind die salpetersauren, die schwefeligsauren, die phosphorsauren, die weinsteinsauren Salze u. s. w. Gattungen; das salpetersaure Kali, das salpetersaure Natron u. s. w. sind verschiedene Arten derselben Gattung. Im Lateinischen und Französischen werden die Gattungen der Salze mit einem, von dem Namen der Säure abgeleiteten, Ausdrucke bezeichnet, der sich im Lateinischen in as oder in is, im Französischen in ate oder

---

1) Zu erinnern ist, daß nicht blos Oxyde, in wiefern sie sich mit Säuren zu Salzen verbinden, den Namen Basen führen; sondern man hat diesen Namen auch auf andre Substanzen ausgedehnt, welche ebenfalls die Eigenschaften der Säuren zu neutralisiren vermögen und Zusammensetzungen damit darzustellen, die man wegen der Analogie ihrer Eigenschaften mit denen der Salze auch zu diesen rechnen muß. Eine solche Base ist z. B. das Ammonium, eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff, früher die einzige dieser Art, die man kannte. In neuerer Zeit jedoch hat man eine große Menge solcher Basen als Bestandtheile pflanzlicher und thierischer Stoffe entdeckt, und hier sind sie meist aus Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und zuweilen auch noch Stickstoff zusammengesetzt, worüber später ein mehreres. Base bedeutet also überhaupt nur einen Körper, der die Eigenschaften einer Säure zu neutralisiren vermag.

in ite endigt, je nachdem das Salz eine Säure in icum, ique (mit dem größern Verhältnisse von Sauerstoff) oder eine Säure in osum, eux (mit dem kleinern Verhältnisse von Srst.) enthält; der Name der Salzbasis wird zur Bestimmung der Art dann im Genitiv beigesetzt. So bedeutet sulfas barytae, sulphate de baryte, schwefelsauren Baryt; sulfis barytae, sulfite de baryte, schwefligsauren Baryt; nitras plumbi, nitrate de plomb, salpetersaures Bley; nitris plumbi, nitrite de plomb, salpetrigsaures Bley. Im Deutschen steht der Name der Säure immer als Beiwort vor der, als Hauptwort gebrauchten, Benennung der Basis, wie die vorigen Beispiele schon zeigen. Manche Basis kann in mehrern Oxydationsstufen (von Protoxyd bis zu Peroxyd) mit Säuren Salze bilden, welches man im Deutschen sehr gut ausdrücken kann: so haben wir schwefelsaures Eisenprotoxyd und schwefelsaures Eisenperoxyd, salzsaures Zinnprotoxyd und salzsaures Zinnperoxyd. Wenn ein Metall, wie z. B. das Zink, nur Eine Oxydationsstufe hat, oder wenn ein Metall, welches mehrere Oxydationsstufen hat, nur auf Einer als Salzbasis tauglich ist; oder wenn man sowohl die Protoxydsalze als die Peroxydsalze desselben Metalls verstehet; oder wenn man die Protoxydsalze von den Peroxydsalzen nicht unterscheiden will: so braucht man zur Bezeichnung der Salzbasis blos den Namen des Metalles, ohne ihm das Wort Oxyd anzuhängen; weil als bekannt vorausgesetzt wird, daß Metalle nur im oxydirten Zustande Salzbasen seyn können: so sagt man schwefels. Zink, statt schwefels. Zinkoxyd; salzs. Spießglanz, statt salzs. Spießglanzoxyd; so spricht man von Eisensalzen, Kupfersalzen u. s. w. Wenn das, zur Salzbasis taugliche, Oxyd eines Metalles einen besondern Namen hat, wie z. B. die Alkalien und die Erden, so braucht man diesen zur Bezeichnung der Basis eines Salzes: so sagen wir schwefels. Kali, statt schwefels. Kaliumoxyd; so haben wir überhaupt Kalisalze, Natronsalze, Lithionsalze, Barytsalze, Strontiansalze, Kalksalze u. s. w. Viele Salze haben auch Trivialnamen, welche eine kürzere Bezeichnung derselben gewähren; dergleichen sind z. B. Salpeter, Alaun, Kochsalz, Gyps u. s. w.

Um im Lateinischen den Oxydationsgrad der Basis auszudrücken, setzt man entweder protoxydum oder peroxydum vor den Namen der Basis, oder die Sylben pro und per vor den Namen der Säure: so bedeutet sulfas protoxydi ferri oder prosulfas ferri schwefels. Eisenprotoxyd; und sulfas peroxydi ferri oder persulfas ferri schwefels. Eisenoxyd; sulfas ferri oxydulati und sulfas ferri oxydati, ferrum sulphuricum oxydulatum und ferrum sulphuricum oxydatum drücken dieselben Unterschiede aus. — Berzelius braucht eine andre Nomenclatur, indem er den Namen der Basis als Beiwort hinter das,

die Säure bezeichnende, Hauptwort setzt, und durch die Endigung des erstern in icum oder osum zugleich die Oxydationsstufe der Basis ausdrückt: sulfas ferrosus heißt schwefels. Eisenprotoxyd; sulfas ferricus schwefels. Eisenperoxyd: so wie Berzelius auch ein oxydum ferrosum und ferricum, hydrargyrosum und hydrargyricum hat.

Die Französischen Benennungen sind auch hier den Lateinischen analog. So heißt schwefelsaures Eisenoxyd sulfate de protoxyde de fer oder kürzer protosulfate de fer; schwefelsaures Eisenperoxyd sulfate de peroxyde de fer oder persulfate de fer; so hat man protonitrates, deutonitrates u. s. w.

Dieselbe Säure vermag sich nun aber nicht allein mit den verschiedenen Oxyden eines und desselben Metalls, sondern auch mit dem nämlichen Oxyd in verschiedenen Verhältnissen zu verbinden; und die Verschiedenheit der hieraus hervorgehenden Salze muß, um Verwechslung zu vermeiden, auch durch die Nomenclatur angedeutet werden. Im Allgemeinen werden drei solcher Verschiedenheiten Statt finden, die uns durch ihre Eigenschaften selbst das Mittel zu ihrer Bezeichnung an die Hand geben. Gesetzt, es handle sich um die Benennung der drei Verbindungen des Deutoxyds von Queckſilber mit der Schwefelsäure; die eine wird noch saure Eigenschaften zeigen, die andre neutral seyn, d. h. die Eigenschaften der Säure sowohl als der Base werden in ihr verschwunden seyn; die dritte endlich wird einen Ueberschuß von Base zu erkennen geben. Hiernach wird man letztres Salz basisches schwefelsaures Queckſilberdeutoxyd, oder schwefels. Queckſilberdeutoxyd mit Ueberschuß von Base, (nach einigen auch wohl schwefelsäuerliches Queckſilberdeutoxyd) nennen; das zweite neutrales schwefels. Queckſilberdeutoxyd, das erste saures schwefels. Queckſilberdeutoxyd oder schwefels. Queckſilberdeutoxyd mit Ueberschuß von Säure. Auch im Lateinischen bedient man sich zur Bezeichnung dieser drei Verschiedenheiten der Worte basicum, neutrum und acidum oder für ersteres und letzteres cum excessu baseos und cum excessu acidi. Die Franzosen bezeichnen diesen Unterschied nach folgendem Beispiel: sous-sulfate, sulfate neutre, und sulfate acide oder sursulfate. Statt sur-sulfate kommt auch zuweilen bi-sulfate vor, wenn das saure Salz doppelt so viel Säure, als das neutrale enthält.

Zu bemerken ist, daß die Benennungen der Französischen Nomenclatur häufig auch ins Deutsche hinübergenommen werden. So spricht man von Sulfaten und Sulfiten, statt von schwefelsauren und schwefligsauren Salzen, von Protosulfaten u. s. w.

23. Für die Nomenclatur der zusammengesetzten verbrennlichen Körper finden verschiedene Regeln Statt.

1) Sind diese Körper metallisch, so erhält die Zusammensetzung den Namen eines Metallgemisches oder einer Legirung (alliage); die verschiedenen Legirungen unterscheidet man alsdann durch den Beisatz der Metalle aus denen sie bestehen; so spricht man von einer Legirung aus Bley und Zinn, aus Kupfer und Silber u. s. w. In dem besondern Falle aber, wo Queckſilber in die Legirung eingeht, erhält dieselbe den Namen Amalgam; so ist Silberamalgam eine Legirung aus Queckſilber und Silber.

2) Besteht die Zusammensetzung nicht blos aus Metallen, so drückt man sie gewöhnlich schlechthin durch Verbindung der Namen der Körper, welche in sie eingehn, aus. So ist Schwefelkohlenstoff eine Verbindung von Schwefel und Kohlenstoff, Schwefelqueckſilber von Schwefel und Queckſilber; so hat man Chlormetalle, Phosphormetalle u. s. w. Statt dessen aber giebt man auch oft, um die Verbindung zu bezeichnen, einem der Körper die Endigung in id und setzt den Namen des andern (vorzugsweise den des Metalls, wenn ein solches in der Verbindung ist) im Genitiv dazu, oder verbindet ihn unmittelbar damit. So sind Sulfuride, Chloride, Jodide, Carbonide Zusammensetzungen verbrennlicher Körper mit Schwefel, Chlor, Jod, Kohlenstoff. Man unterscheidet dann noch Prosulfuride und Persulfuride, Prochloride und Perchloride u. s. w.; wenn die genannten Stoffe in zwei Verhältnissen in die Verbindung einzugehen vermögen; Pro gilt für das geringere, Per für das größere Verhältniß. Oft bezeichnet man auch diese Verbindungen so, daß man den einen Stoff als Participium flectirt vor den andern als Hauptwort setzt, häufig besonders, wenn die Verbindung gasförmig ist, so z. B. gephosphorter Wasserstoff, gekohlter Wasserstoff; — statt Prosulfurid und Persulfurid von Eisen untergeschwefeltes und vollgeschwefeltes Eisen.

Die Lateinische Sprache bildet diese Bezeichnungen so: sulphuretum; carbonetum u. s. w. die Französische: sulfure, carbure u. s. w.

24. Es bleibt uns jetzt nur noch übrig, von der Nomenclatur der Zusammensetzungen aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, und derer aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff zu sprechen. Die ersten bilden die pflanzlichen, letztre die thierischen Stoffe. Diese Arten von Zusammensetzungen sind theils Basen, theils Säuren: jedoch ist es unmöglich, die angegebene Bezeichnungsart der Oxyde und Säuren auch auf sie auszudehnen, weil ihre Anzahl zu beträchtlich ist und sie sich nur in dem Verhältnisse ihrer Bestandtheile unterscheiden. Welchen Vortheil könnte überdieß eine solche

Bezeichnungsart gewähren, da ihre Bestandtheile immer die nämlichen sind? Man giebt ihnen daher Namen, welche in keinem Bezug zu ihrer Zusammensetzung stehen, wie in dem Abschnitt über die pflanzliche und thierische Chemie weiter gezeigt werden wird.

25. Dieß sind die Regeln, welche wir hinsichtlich der Nomenclatur in diesem Werke befolgen werden: und wenn manche zusammengesetzte Körper noch besondre, nicht unter jenen Regeln begriffene, Namen erhalten, so werden wir diese an ihrem Orte angeben. Für jetzt noch eine kurze Wiederholung des Vorstehenden. Verbrennliche Körper (corps combustibles) sind solche, welche sich mit dem Srst. zu verbinden vermögen: alle einfachen Körper sind verbrennlich, außer dem Srst. Verbrannte Körper (corps brulés) sind verbrennliche Körper, welche sich mit dem Srst. wirklich verbunden haben. Säure (acide) ein, gewöhnlich verbrannter, Körper welcher einen sauren Geschmack hat und die Lackmusfarbe röthet. Oxyd (oxyde) ein verbrannter Körper ohne sauren Geschmack, unfähig die Lackmustinktur zu röthen. Protoxyd oder Oxydul, Deutoxyd, Tritoxyd von Bley (protoxide, deutoxide, tritoxide de plomb) oder irgend einem andern verbrennlichen Körper, erstes oder mindest oxydirtes Oxyd, zweites Oxyd, drittes Oxyd von Bley. Peroxyd (peroxide) in jedem Fall das Oxyd auf der höchsten Oxydationsstufe. Base (base) ein Oxyd oder überhaupt jeder Körper, in wiefern er eine Säure zu neutralisiren vermag. Schwefelige Säure, Schwefelsäure (acide sulfureux, acide sulfurique), erstre, Säure aus Schwefel mit wenig Sauerstoff; letztre, Säure aus Schwefel mit mehr Srst. Kohlensaures Salz (carbonate) Zusammensetzung aus Kohlensäure und einer Base. Neutrales kohlensaures Protoxyd (proto-carbonate neutre), basisches kohlensaures Protoxyd oder kohlensäuerliches Protoxyd (sous-proto-carbonate), saures kohlensaures Protoxyd sur-proto-carbonate oder proto-carbonate acide), Zusammensetzung aus Kohlensäure und Protoxyd in drei verschiedenen Verhältnissen; so daß in der ersten weder Säure noch Oxyd vorwaltet, in der zweiten das Oxyd, in der dritten die Säure im Ueberschuß ist. Sulfuride, Chloride, Phosphoride (sulphures, chlorures, phosphorures) Verbindungen von Schwefel, Chlor, Phosphor mit andern verbrennlichen Körpern. Legirung (alliage) Verbindung mehrerer Metalle unter einander.

Mit Recht ist in der Wissenschaft der Chemie durch diese neuere Nomenclatur die ältere verdrängt worden, welche die Körper nicht nach ihren Bestandtheilen, sondern nach zufälligen, oft unwesentlichen, Eigenschaften bezeichnete, und noch überdieß an dem Uebelstande litt,

daß in ihr oft ein und derselbe Körper zwei bis drei, ja vier, gleich nichts sagende, Namen führte. So nannte man die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Zink Zinkblumen, Pompholix, nihil album, lana philosophica u. s. w., welche Benennungen, abgerechnet, daß ihre Menge das Gedächtniß beschweren mußte, auch über die Beschaffenheit der Verbindung nichts aussagten; dagegen die einfache Bezeichnung Zinkoxyd, deren wir uns bedienen, auf ihre Bestandtheile hinweist.

Den ersten Grund zu der sehr bezeichnenden und einfachen französischen neuern Nomenclatur hat Guyton de Morveau um das Jahr 1780 gelegt, und sich zuerst ihrer in seinen öffentlichen Vorlesungen zu Dijon bedient. Kurz darauf legte er sie der Akademie der Wissenschaften vor, welche Berthollet, Fourcroy und Lavoisier beauftragte, sie mit dem Urheber derselben prüfend durchzugehen. Nach vielfältigen Berathungen darüber, nahmen sie dieselbe mit einigen Abänderungen so an, wie sie im Ganzen noch heutzutage in Frankreich gültig ist. Bei allen den großen Vorzügen, die sie vor der alten hat, ist sie jedoch auch von wesentlichen Fehlern nicht frei, die zum großen Theil Berzelius (S. Essai sur la théorie des proportions chimiques 1819, p. 153) bemerklich gemacht hat. Sehr wünschenswerth würde es seyn, daß die vorzüglichsten Chemiker aller Länder eine neue Uebereinkunft in diesem Bezug träfen, um eine durchgängige Einführung der nämlichen Namen zu bewirken, und eine fast zu fürchtende Verwirrung in den Bezeichnungen, vermöge Benennung der nämlichen Körper mit verschiedenen Namen, zu verhüten.

Wir halten es für zweckmäßig, als Anhang zur Nomenclatur die Zeichen namhaft zu machen, deren sich Berzelius bedient, die Zahl und Beschaffenheit der Atome in allen chemischen Verbindungen auszudrücken, und jede der letztern durch eine ganz einfache Formel darzustellen. Dieß erfordert jedoch eine vorgängige Auseinandersetzung der Eintheilung, die er hinsichtlich der zusammengesetzten Atome macht.

„Wenn Atome zweier verschiedenen Körper sich verbinden, so entsteht dadurch ein zusammengesetztes Atom, bei welchem wir annehmen, daß die Kraft, welche die Verbindung zuwege bringt, in unendlichem Grade die Wirksamkeit aller Umstände übertrifft, die eine mechanische Trennung der verbundnen Atome zu bewirken streben können. Man hat anzunehmen, daß das zusammengesetzte Atom mechanisch eben so untheilbar ist, als das Atom jedes Grundstoffs."

„Diese zusammengesetzten Atome vermögen sich mit andern zusammengesetzten Atomen zu vereinigen, woraus Atome von noch höherer Zusammensetzungsstufe hervorgehn. Verbinden sich diese wieder mit

andern, so steigen sie auf eine noch höhere Stufe der Zusammensetzung. Es ist wesentlich erforderlich, diese verschiedenen Atome zu unterscheiden. Wir theilen sie somit in (zusammengesetzte) Atome der ersten, der zweiten, der dritten Ordnung u. s. w. ein. Die der ersten Ordnung sind aus einfachen Elementaratomen zusammengesetzt und zwiefacher Art; nämlich entweder organisch oder unorganisch. Die unorganischen Atome enthalten niemals mehr als zwei Elementaratome, die organischen dagegen stets wenigstens drei. Die zusammengesetzten Atome der zweiten Ordnung gehen aus den zusammengesetzten Atomen der ersten Ordnung hervor, die zusammengesetzten Atome der dritten Ordnung aus denen der zweiten u. s. f. So sind die Schwefelsäure, das Kali, die Thonerde und das Wasser (Oxyde von Kalium, Aluminium, Wasserstoff) sämmtlich zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung, weil sie nur Sauerstoff und das Radical des Oxyds oder der Säure enthalten; das schwefelsaure Kali und die schwefelsaure Thonerde sind zusammengesetzte Atome der zweiten Ordnung; der trockne Alaun, welcher eine Verbindung dieser beiden letztern Salze ist, giebt ein Beispiel eines Atoms der dritten Ordnung; und endlich läßt sich der krystallisirte Alaun, welcher mehrere Wasseratome mit einem Atom schwefelsauren Doppelsalzes verbunden hält, als ein Beispiel von zusammengesetzten Atomen vierter Ordnung anführen. Man weiß noch nicht, wie hoch die Ordnungen steigen können. Die Verwandtschaft zwischen den zusammengesetzten Atomen nimmt sehr rasch mit dem Aufsteigen der Ordnungen ab und der Verwandtschaftsgrad, der noch zwischen den Atomen der dritten Ordnung Statt findet, ist gewöhnlich zu schwach, um für die schnellen und ungleichmäßigen Operationen unsrer Laboratorien noch als vorhanden gelten zu können. Gewöhnlich offenbart sich diese V. nur in den Verbindungen, die sich bildeten, als der Erdkörper langsam und ruhig in festen Zustand übergieng, d. i. in den Mineralien. Zur gehörigen Kenntniß ihrer Beschaffenheit würde es wünschenswerth seyn, zu wissen, bis wie weit die Verbindung der zusammengesetzten Atome steigen kann und welches ihre letzte Ordnung ist. Anlangend die zusammengesetzten organischen Atome, so weiß man eben so wenig, wie viel verschiedene Ordnungen ihrer Verbindung, theils unter einander, theils mit den zusammengesetzten unorganischen Atomen es giebt."

Berzelius hat der Lateinischen Nomenclatur, als der allgemeiner bekannten, zu seinen Bezeichnungen den Vorzug gegeben. Die einfachen nicht metallischen Körper werden stets nur durch den Anfangsbuchstaben ihrer Namen bezeichnet; die Metalle eben so auch; wenn jedoch ein Metall den nämlichen Anfangsbuchstaben, als ein

verbrennlicher nicht metallischer Körper oder ein andres Metall hat, so bezeichnet man ihn mit den beiden ersten Buchstaben seines Namens, und wären auch diese zwei verschiedenen Metallen gemein, so wird der Unterschied durch Hinzufügung des ersten verschiedenen Consonanten zum Anfangsbuchstaben angedeutet. So wird der Sauerstoff (oxygenium) durch O bezeichnet; der Kohlenstoff (carbonium) durch C; der Schwefel (sulphur) durch S; das Kupfer (cuprum) durch Cu; der Kobalt (cobaltum) durch Co; das Zinn (stannum) durch Sn; das Spießglanz (stibium) durch Sb; das Osmium durch Os. Diese Zeichen, wo sie schlechthin so vorkommen, wie sie hier aufgeführt sind, ohne Hinzufügung andrer Zeichen, gelten immer nur für Ein Atom; um deren mehrere anzudeuten, schreibt man eine Ziffer zur linken Hand des Zeichens; z. B. O + Cu bedeutet die Verbindung Eines Atoms Sauerstoff mit Einem Atom Kupfer und 2O + Cu die Verbindung zweier Atome Srst. mit Einem Atom Kupfer.

Ist von einem zusammengesetzten Atom zweiter Ordnung die Rede, so wird die Formel abgekürzt; da der Srst. in die meisten Verbindungen eingeht, so bezeichnet man ihn dadurch, daß man so viel Puncte über den oxydirten verbrennlichen Körper setzt, als sich Atome Srst. in der Säure oder dem Oxyd befinden. Die verbrennlichen Körper werden dabei auf die gewöhnliche Weise bezeichnet, abgerechnet, daß man die Ziffer, welche zur Angabe ihrer Atomenzahl dient, nicht links beisetzt, sondern rechts nach Art eines algebraischen Exponenten. So drückt Berzelius das Protoxyd von Kupfer aus durch $\dot{C}u$; das Deutoxyd von Kupfer durch $\ddot{C}u$; die schwefelige Säure durch $\ddot{S}$; die Schwefelsäure durch $\dddot{S}$; das schwefels. Kupferprotoxyd durch $\dot{C}u\dddot{S}$; das schwefels. Kupferdeutoxyd durch $\ddot{C}u\dddot{S}^2$.

Durch ähnliche Formeln läßt sich auch die Zusammensetzung der Atome dritter Ordnung ausdrücken. So wird $\ddot{C}a\ddot{C}^2 + \ddot{M}g\ddot{C}^2$ die Formel für das fossile Doppelsalz seyn, welches den Namen Dolomit führt, und aus der Verbindung eines Atoms kohlensauren Kalks oder Calciumoxyds und eines Atoms kohlens. Magnesia oder Magnesiumoxyds hervorgeht. Hier geht, wie man sieht, jedes Salz nur im Verhältniß Eines Atoms in die Verbindung ein. Giengen aber von einem derselben zwei, drei ein, so würde dieß durch eine, links beigesetzte, Ziffer angezeigt werden. So ist die Formel für den wasserfreien Alaun mit Kalibasis $\ddot{K}\dddot{S}^2 + 2\ddot{A}l\dddot{S}^3$, d. h. der Alaun besteht aus Einem Atom schwefels. Kali's mit zwei Atomen schwefelsaurer Alaun- oder Thonerde.

Auf dieselbe Weise endlich drückt man auch die zusammengesetzten Atome der vierten Ordnung aus, so jedoch, daß man die Atome der

dritten Ordnung in Parenthese beifügt. Als Beispiel kann der krystallisirte Alaun dienen. Seine Formel ist $(\dot{K}\dddot{S}^2 + 2\dddot{A}l\dddot{S}^3) + 48\,H^2O$, woraus man sieht, daß er aus einem Atom dritter Ordnung mit 48 Atomen Wassers zusammengesetzt ist. Anstatt das Wasser durch H^2O zu bezeichnen, drückt es Berzelius gewöhnlich durch Aq aus; wodurch sich die vorige Formel in $(\dot{K}\dddot{S}^2 + 2\dddot{A}l\dddot{S}^3) + 48$ Aq. verwandelt *).

Die organischen Atome anlangend, so werden sie mit HCO, den Anfangsbuchstaben der Stoffe, aus denen sie bestehen, bezeichnet, wobei man zur rechten Seite nach Art eines Exponenten die Ziffer beifügt, welche die Zahl der Elementaratome, die von jedem Stoffe in die Verbindung eingehn, ausdrücken soll. $H^5C^4O^2$ z. B. ist die Formel für die Zusammensetzung der Weinsteinsäure. Die Atome der Säuren werden ebenfalls durch den Anfangsbuchstaben ihrer Namen mit darüber gesetztem Strich bezeichnet. $\overline{T}$ bedeutet daher Weinsteinsäure (acidum tartaricum). In dem Fall, wo zwei Säuren den nämlichen Anfangsbuchstaben haben, nimmt man die beiden ersten Buchstaben des Namens zur Bezeichnung, und wo auch diese gleich sind, nimmt man, wie bei den Metallen, den ersten Buchstaben mit dem nächsten unterschiedenen Consonanten. (das Ausführlichere hierüber s. in Berzelius Werke).

---

*) Weil diese chemischen Formeln zur Bezeichnung der Zusammensetzung der Fossilien, auf welche Berzelius die Proportionslehre ausdehnt, zu weitläuftig waren; hat er die sogenannten mineralogischen Formeln dadurch abgekürzt, daß er die Oxyde mit ihren Anfangsbuchstaben bezeichnet, wie folgende Tafel zeigt:

A Alaun- oder Thonerde.	Mg Manganperoxyd.
Aq Wasser.	mg Manganprotoxyd.
B Baryt.	N Natron.
C Kalk.	S Kieselerde.
F Eisenperoxyd.	St Strontian.
f Eisenprotoxyd.	Y Yttererde.
G Glycinerde.	Z Zirkonerde.
K Kali.	Zi Zinkoxyd.
M Talkerde.	

$GS^4 + 2AS^2$ ist die Formel für den Smaragd, eine Verbindung von 1 Atom Glycinerde mit 4 At. Kieselerde und von 2 Atomen einer Zusammensetzung von Alaunerde mit 2 At. Kieselerde. $KS^3 + 3AS^2$ bedeutet eine Verbindung von 1 At. Kali und 3 At. Kieselerde mit 3 At. einer Zusammensetzung aus 1 At. Alaunerde und 2 At. Kieselerde, oder den Feldspath (Scholz Chemie I. 48).

Von der Ordnung, nach welcher wir die Körper betrachten werden.

26. Der Erklärung zufolge, welche wir (12) von der Chemie gegeben haben, müssen wir die Körper nach einander betrachten, und alle Erscheinungen, welche aus ihrer wechselseitigen Molecularwirkung hervorgehn, zum Gegenstande unsers besondern Studiums machen. Hiebei können wir aber nicht ordnungslos oder nach Willkühr verfahren, widrigenfalls sich uns große Schwierigkeiten darbieten würden.

Zuerst werden wir uns mit dem Studium der Erscheinungen der Wärme, des Lichts, der Elektricität, des Magnetismus und des Elektromagnetismus, wiefern sie auf Chemie Bezug haben, beschäftigen, weil sie viel Aufklärung über alle andre Erscheinungen gewähren.

Hinsichtlich der wägbaren Körper, auf die wir dann überzugehen haben, werden wir nun den, im vorigen Capitel schon einigermaßen angedeuteten, Gang befolgen.

Da der Sauerstoff derjenige Körper ist, dessen Wirkungen im größten Gebiet thätig sind, und dessen Kenntniß mithin am wichtigsten ist, so werden wir mit seiner Betrachtung den Anfang machen. Von da werden wir zur Untersuchung der einfachen und zusammengesetzten verbrennlichen Körper übergehen; alsdann die Oxyde und Säuren von binärer Zusammensetzung, welche fast sämmtlich aus der Verbindung des Sauerstoffs mit einem oder dem andern der verbrennlichen Körper hervorgehn, betrachten. Hievon wird der Uebergang natürlich seyn zur Untersuchung der wechselseitigen Wirkung, welche die Oxyde und Säuren auf einander zu äußern, und der zahlreichen Zusammensetzungen, die sie zu bilden vermögen. Nachdem wir uns so in Besitz aller erforderlichen Kenntnisse gesetzt haben, um das Verfahren bei Gewinnung der Metalle zu verstehen, werden wir hievon speciell handeln.

Ist auf diese Weise die Betrachtung der mineralischen oder unorganischen Körper beendigt, so werden wir uns zur Untersuchung der pflanzlichen und thierischen Stoffe oder der organischen Körper wenden; die thierischen Stoffe jedoch erst nach den pflanzlichen betrachten, weil diese minder zusammengesetzt als jene sind. Endlich werden wir auf die Untersuchung der Eigenschaften der wägbaren Körper eine allgemeine Darstellung der Verfahrungsweisen bei der chemischen Analyse folgen lassen.

Wir werden die Körper mit möglichster Vollständigkeit unter folgenden sieben Hinsichten betrachten: 1) ihre hauptsächlichsten physischen

Eigenschaften; 2) diejenigen ihrer chemischen Eigenschaften, welche von der Stelle, die sie einnehmen, abhängen; 3) die verschiedenen Zustände, unter welchen sie in der Natur vorkommen; 4) die Art, sie rein zu erhalten; 5) ihre Zusammensetzung; 6) ihren Nutzen; 7) die kurze Geschichte ihrer Entdeckung oder der Entdeckung ihrer vornehmsten Eigenschaften. Wir haben diese Ordnung jeder andern vorgezogen, weil sie uns die sachgemäßeste zu seyn schien. Jedoch müssen wir bemerken, daß manchmal von der Zubereitung eines Körpers nicht die Rede seyn wird, wenn die zum Verständnisse derselben erforderlichen Kenntnisse noch nicht vorausgeschickt sind; was namentlich von den Metallen gilt, deren Gewinnung die Kenntniß aller andern unorganischen Körper voraussetzt, und überdieß einen besondern Zweig ausmacht, die Metallurgie. Aus demselben Grunde müssen wir auch hinsichtlich der Zusammensetzung der Körper öfters dahin verweisen, wo wir die chemische Analyse abhandeln werden.

Man wird in folgender Tabelle alle erforderliche Auskunft über die Classification und Methode, die wir befolgen wollen, finden, ausgenommen in Bezug auf die pflanzliche und thierische Chemie und die Analyse. Hievon später am gehörigen Orte.

I. Abtheilung. Betrachtung der unorganischen Körper, in 9 Büchern.

1. Grundbegriffe über die Natur der Körper, über die Kraft, welche ihre Bestandtheile vereinigt hält, und über die Gesetze, nach welchen sich diese Theile mit einander verbinden.
2. Namen der wägbaren Körper und Auseinandersetzung der Nomenclatur.
3. Unwägbare Körper; Wärmestoff, Licht, elektrische, magnetische Flüssigkeit — Chemische Eigenschaften dieser Körper, allgemein abgehandelt.
4. Sauerstoff; seine Darstellung, seine physischen Eigenschaften und seine allgemeine Wirkung auf die Körper oder Verbrennung.
5. Einfache verbrennliche Körper, in zwei Capitel getheilt.
   1. Einfache, nicht metallische Körper.
   2. Einfache metallische Körper.
6. Zusammengesetzte verbrennliche Körper, in drei Capitel getheilt.
   1. Zusammensetzungen aus einfachen, nicht metallischen Körpern.
   2. Zusammensetzungen aus einfachen metallischen Körp. oder Legirungen.
   3. Zusammensetzungen aus einfachen nicht metallischen und einfachen metallischen Körpern.
7. Binäre verbrannte Körper, in vier Capitel getheilt.
   - Nicht metallische Oxyde.
   - Nicht metallische Säuren.
   - Metalloxyde.
   - Metallsäuren.
8. Verbindungen der binären verbrannten Körper unter einander, in drei Capitel getheilt.
   1. Verbindung. v. Oxyden mit Oxyden.
   2. — — v. Säuren mit Säuren.
   3. — — v. Säuren mit Oxyden oder Salzen.
9. Gewinnung der Metalle oder Metallurgie.

Nähere Betrachtung dieser Körper.
1. Physische Eigenschaften.
2. Chemische Eigenschaften, oder Wirkung der zuvor betrachteten Körpergruppen auf sie.
3. Natürlicher Zustand.
4. Zubereitungsart.
5. Zusammensetzung.
6. Nutzen.
7. Geschichte.

II. Abtheilung. Betrachtung der organischen Körper in 2 Büchern.

10. Pflanzliche Chemie.
11. Thierische Chemie.

III. Abtheilung.

12. Chemische Analyse. — Benutzung der Eigenschaften der verschiedenen Körper auf die chemische Analyse.

Ein Ueberblick über diese Tabelle zeigt, daß wir bei Untersuchung der Körper vom Einfachen zum Zusammengesetzten fortschreiten, daß wir diejenigen in eine und die nämliche Gruppe zusammenfassen, welche ähnliche Eigenschaften besitzen, und daß wir, wenn von der chemischen Wirkung irgend eines Körpers gehandelt wird, immer nur von der sprechen, welche er auf Körper äußert, die den schon zuvor untersuchten Gruppen angehören. Hiedurch erreichen wir große Vortheile: einmal vermeiden wir häufige Wiederholungen, und dann vermögen wir leichter, das Allgemeinere aufzufassen, so daß die allgemeine Geschichte einer Gruppe von Körpern oft zugleich die besondere jedes einzelnen unter ihnen enthält.

Drittes Buch.

Von den Imponderabilien oder unwägbaren Stoffen.

Unter Imponderabilien oder unwägbaren Stoffen verstehen wir die verschiedenen Ursachen, von welchen die Erscheinungen der Wärme, des Lichts, der Elektricität und des Magnetismus abhängen, und welche wir entweder schlechthin mit dem Namen dieser Erscheinungen selbst bezeichnen, oder durch Beisatz des Wortes Stoff oder Flüssigkeit als das Ursächliche jener Erscheinungen näher bestimmen. Ihre Eigenschaft, nicht ins Gewicht zu fallen, macht allerdings ihre körperliche Natur zweifelhaft. Wir werden nun zwar immer so von ihnen sprechen, als wenn sie wirklich körperlich wären, behaupten damit jedoch nicht, daß diese Hypothese gewiß sey, und ziehen sie nur darum den andern vor, weil sie zur Auseinandersetzung der Thatsachen bequemer ist.

Vom Wärmestoff (calorique, caloricum).

28. Alle Körper nehmen an Volumen zu oder ab, je nachdem man sie der Wirkung der Wärme oder der Kälte aussetzt. Das Thermometer giebt ein, in die Augen fallendes, Beispiel dieser Thatsache. Man tauche die Kugel dieses Instruments in kochendes Wasser; die Flüssigkeit in der Thermometerröhre wird sich bis ungefähr 100° *) erheben; man tauche es in Eis, sie wird wenigstens bis Null sinken;

---

*) Wo keine besondre Angabe beigefügt ist, werden bei Thermometergraden überall die des hunderttheiligen Thermometers verstanden.

man ziehe es aus dem Wasser oder Eis zurück, und die Flüssigkeit wird bald zu ihrem vorigen Stande zurückkehren. Ganz auf ähnliche Art wird sich das Thermometer verhalten, wenn es mit irgend andern Körpern, die wärmer oder kälter als dasselbe sind, in Berührung kommt, wie man Gelegenheit hat zu bemerken, wenn man den Gang dieses Instruments in der Luft verfolgt. Im Sommer nämlich steigt die Säule in der Thermometerröhre manchmal bis auf 30°, während sie im Winter oft bis unter Null herabsinkt; zu andern Jahreszeiten erhält sie sich zwischen Null und 30°, und zu aller Zeit, von einem Tage zum andern, ändert sich ihre Höhe nach Maßgabe, als die Witterung wärmer oder kälter wird; auch bedient man sich mit Erfolg des Thermometers zur Messung des Wärmegrades der Körper oder ihrer Temperatur. Man sucht den Grund dieser Erscheinungen in einer unsichtbaren, unwägbaren Flüssigkeit, welcher man den Namen Wärmestoff oder Caloricum beilegt.

29. Um im Studium des Wärmestoffs in gehöriger Ordnung vorzuschreiten, werden wir zuerst die vornehmsten Eigenschaften desselben angeben, und dann auf jede derselben zurückkommen, um sie weiter zu erörtern und so viel als möglich durch Erfahrungsbeweise zu stützen.

30. Der Wärmestoff ist eine ausnehmend feine, unsichtbare, höchst elastische, unwägbare Flüssigkeit, fähig, wenn er nicht gebunden ist, sich in Gestalt von Stralen nach Art des Lichts zu bewegen und mit dem Bestreben begabt, sich in allen Körpern ins Gleichgewicht zu setzen. Er durchdringt alle Körper mehr oder minder leicht, dehnt sie aus, zersetzt sie, läßt sie aus dem festen in den tropfbaren, aus diesem in den elastischflüssigen Zustand übergehn; vermag sich von ihnen zu trennen und sie dadurch aus dem elastisch flüssigen in den tropfbaren und aus diesem in den festen Zustand zurückzuführen; endlich besitzt er die Eigenthümlichkeit, um verschiedene Körper auf die nämliche Temperatur zu bringen, sich in verschiedenen Verhältnissen mit ihnen verbinden zu müssen.

Vom stralenden Wärmestoff.

31. Von allen Versuchen, die man zu Gunsten der Wirklichkeit des stralenden Wärmestoffs anführen kann, ist keiner überzeugender, als folgender. Man nehme zwei Concavspiegel AA′ (Taf. I.) von paraboliſcher Krümmung; stelle sie in 3 bis 4 Meter (ungefähr 9 bis 12 Fuß) Entfernung von einander, so daß sie sich ihre Concavität zukehren und ihre Axen BB′ zusammenfallen. Einerseits bringe man

in den Brennpunct F des Spiegels A einen warmen, nicht glühenden, Körper; andrerseits zwei sehr empfindliche Thermometer, das eine in den Brennpunct F′ des Spiegels A′, das andre an den, in gleicher Entfernung von F und F′ liegenden Punct M. Bei so getroffener Einrichtung nun beobachtet man Folgendes: Wenn der warme Körper eine kleine, beinahe bis zum Rothglühen erhitzte, Kugel von Gußeisen ist, so steigt das Thermometer F′ in 5 bis 6 Minuten um mehrere Grade, z. B. um 7 bis 8 Grad, das Thermometer M dagegen blos um anderthalb bis 2 Grad; und ist der Körper nur ein kleiner, mit kochendem Wasser gefüllter, Kolben, so bleibt das Thermometer M fast auf dem nämlichen Stande, während sich der Stand des andern um ein sehr Merkliches erhöht. Die Spiegel werden warm, doch nur sehr wenig, selbst in sehr beträchtlicher Zeit. Glüht der warme Körper wirklich, hat man z. B. eine glühende Kohle als solchen genommen, und facht man die Verbrennung noch durch einen Blasebalg an, so kann die Hitze im Punct F′ intensiv genug werden, um Feuerschwamm, Schießpulver, Schwefel u. s. w. zu entzünden [1]).

Diese Erscheinungen lassen sich nicht durch die Annahme erklären, daß die Wärme des, in F befindlichen, Körpers sich von Stelle zu Stelle durch die zwischenbefindlichen Luftschichten zum Punct F′ fortpflanze; denn nach dieser Annahme würden die Puncte M u. s. w. eine höhere Temperatur zeigen müssen, als der Punct F und dieß ist nicht der Fall. Man kann sich nicht wohl anders davon Rechenschaft geben, als indem man annimmt, daß der, im Brennpunct F befindliche, warme Körper nach allen Seiten stralenden Wärmestoff aussendet, eben so wie ein leuchtender Körper Lichtstralen ausschickt, und daß der stralende Wärmestoff gleich dem Lichtfluidum durch die Luft hindurchgeht und von den polirten Spiegeln zurückgeworfen wird. In der That ergiebt sich nach dieser Annahme leicht, daß die ganze Oberfläche des Spiegels A von Wärmestoff überstralt wird, daß alle Stralen vermöge der Krümmung des Spiegels parallel mit der Axe nach dem Spiegel A zurückgeworfen werden, von diesem eine abermalige Zurückwerfung erleiden und dadurch alle zum Punct F′ gelangen müssen; so daß, wenn man an diesen Punct ein Thermometer bringt,

---

1) Anstatt zweier Thermometer ist in der Figur auf Taf. I. nur das Differentialthermometer von Leslie dargestellt. Dieß Thermometer, dessen Beschreibung man (47) finden wird, hat die Eigenschaft, den Unterschied zweier Räume anzuzeigen, von denen der wärmere von der, zum Theil mit Flüssigkeit gefüllten, Kugel, Focalkugel (boule focale), der andere von der andern Kugel eingenommen wird. — Siehe auch über die Beschreibung, Abbildung und Theorie des obigen Apparats und Leslie's Differentialthermometer Biots Physik, Th. IV.

welches den stralenden Wärmestoff zu absorbiren vermag, es höher darin steigen wird, als an jeder andern Stelle.

Man betrachte z. B. den Stral FR. Dieser wird mit der Tangente tg des Punctes R, auf welchen er fällt, einen gewissen Winkel FRg, und bei der Zurückwerfung einen andern tRS machen, welcher dem Winkel FRg gleich und so beschaffen seyn muß, daß RS, d. i. der zurückgeworfene Stral, der Axe parallel sey. Nach S gelangt, wird er abermals zurückgeworfen werden, so daß der Zurückwerfungswinkel Fsm, den er mit der Tangente mn des Puncts S macht, dem Einfallswinkel RSn gleich ist, woraus folgt, daß er nach F' gelangen wird. Welchen Stral man nun auch so betrachten mag, immer wird er parallel mit der Axe zurückgeworfen werden und, am Spiegel A' angelangt, eine neue Zurückwerfung erleiden müssen, die ihn nach F' führt.

32. Aus allem diesen ergiebt sich, daß ein warmer, in der Luft befindlicher, Körper der Mittelpunct einer Menge Wärmestralen ist; daß diese Stralen fast frei durch die Luft hindurchgehen, und daß der Spiegel einige davon verschluckt, die andern zurückwirft. Wofern sich nun aber dieser warme Körper in Gegenwart eines andern Körpers befindet, der eben so warm oder wärmer als er selbst ist, so wird er von diesem zu derselben Zeit stralenden Wärmestoff empfangen, wo er solchen ihm zuschickt, weil beide nach allen Seiten Wärmestoff aussenden; und begreiflich ist kein Grund vorhanden, warum dieser Erfolg nicht auch bei immer kleinern Temperaturen Statt haben soll: nur wird dann das Stralen einen absteigenden Gang befolgen. Wir werden so zu der Annahme geführt, welche Pierre Prevost, der Urheber dieser Theorie, aufgestellt hat, daß die Körper bei jeder Art von Temperatur Wärmestoff aussenden oder ausstralen; dieser strebt unaufhörlich aus ihnen zu entweichen, und in der Größe dieses Strebens oder dieser Spannung besteht ihre Temperatur. Was wird nun, nach dieser Hypothese, aus dem Wärmestoff, welchen jeder Körper aussendet? Er geht durch die Luft hindurch, eben so wie der stralende Wärmestoff des Körpers, welcher in den Brennpunct des parabolischen Spiegels gebracht ist; und er würde auf gleiche Weise durch den leeren Raum und alle Gasarten hindurchgehen, die er auf seinem Wege antreffen könnte. An die Oberfläche fester oder tropfbarflüssiger Körper antreffend wird er zum Theil von denselben zurückgeworfen, zum Theil verschluckt; d. h. es geht mit ihm an diesen Körpern das Nämliche vor, als bei seinem Auffallen auf die Spiegel; und blos hinsichtlich der Mengen Wärmestoff, welche hiebei verschluckt und welche zurückgeworfen werden, findet ein Unterschied Statt; woraus erhellt, daß jeder, feste oder tropfbarflüssige, Körper unaufhörlich stralenden

Wärmestoff aussendet, verschluckt und zurückwirft. Er sendet einen Theil dessen aus, was er besitzt, und verschluckt und wirft einen Theil von dem zurück, welcher unaufhörlich zu ihm gelangt. Diese verschiedenen Eigenschaften sind respectiv unter dem Namen des Ausstralungsvermögens (pouvoir émissif); des Verschluckungsvermögens (pouvoir absorbant), und des Rückstralungsvermögens (pouvoir réflechissant) bekannt. Sie hängen hauptsächlich von der Temperatur und der Politur der Oberfläche der Körper, weniger von der Art des Stoffs, aus welchem sie bestehen, ab.

1) Von der Temperatur. — Je wärmer ein Körper ist, um so bedeutender ist sein Ausstralungsvermögen; denn um so mehr Spannung hat dann der Wärmestoff dieses Körpers, oder ein um so größeres Bestreben äußert er, sich daraus zu entbinden; wie man stete Gelegenheit zu beobachten hat.

2) Von der Politur des Körpers. — Läßt man viel stralenden Wärmestoff auf einen gut polirten metallischen Körper fallen, so wird er kaum erwärmt werden, woraus zu schließen, daß fast aller Wärmestoff zurückgeworfen wird. Setzt man aber den nämlichen Körper, nachdem man seine Politur durch Sand abgerieben hat, der Wirkung der nämlichen Quantität Wärmestoff von Neuem aus, so wird er sich sehr bedeutend erwärmen; welches zu erkennen giebt, daß fast aller Wärmestoff verschluckt wird. Hieraus erhellt nun schon der Einfluß der Politur auf das Zurückstralungs- und das Verschluckungsvermögen. Um darzuthun, daß es nicht minder von Einfluß auf das Ausstralungsvermögen ist, fülle man zwei Gefäße aus demselben Stoff und von den nämlichen Dimensionen, deren eins aber polirt, das andre nicht, ist, mit kochendem Wasser an. Sie werden, obwohl beide unter die nämlichen Bedingungen gebracht, in ungleicher Zeit erkalten. Die Abkühlung des ersten wird weit langsamer, als die des zweiten seyn; das Ausstralungsvermögen des letztern mithin weit stärker, als das des erstern. Im Allgemeinen, je polirter ein Körper ist, um so bedeutender ist sein Rückstralungsvermögen, um so schwächer sein Ausstralungs- und Verschluckungsvermögen; je minder er dagegen polirt ist, um so mehr steht sein Zurückstralungsvermögen gegen sein Ausstralungs- und Verschluckungsvermögen im Nachtheil. Bedeckt man mithin einen polirten Körper mit einer gar nicht oder nur wenig polirten Schicht von irgend einem Stoff, so muß sein Zurückstralungsvermögen dadurch bedeutend vermindert, sein Ausstralungs- und Verschluckungsvermögen dagegen erhöht werden. In der That verhält sich dieß so: wovon man sich leicht folgendergestalt überzeugen kann. Man nehme ein cubisches Gefäß von Weißblech; überziehe drei seiner Flächen, die eine mit Ruß durch Aussetzen an eine Lichtflamme; die andre

mit Papier, die dritte mit einem Firniß, und die vierte bleibe unbedeckt. Man fülle darauf dieses Gefäß mit kochendem Wasser an, bringe successiv die Flächen desselben in den Brennpunct eines Concavspiegels, und man wird finden, daß die glänzende Fläche den Stand eines, in den Brennpunct eines, dem ersten gegenüber befindlichen, Spiegels gebrachten, Thermometers weit minder erhöht, als die andern Flächen; achtmal weniger z. B. als die mit Ruß bedeckte [1]). Während Alles noch in dem nämlichen Zustande bleibt, bedecke man den Spiegel, in dessen Brennpunct sich das cubische Gefäß von Weißblech befindet, mit Ruß, und derselbe wird sofort die Eigenschaft annehmen, sich zu erwärmen, und so wenig Wärmestoff zurückzustralen, daß das, im Brennpunct des andern Spiegels angebrachte, Thermometer kaum steigen wird.

3) Man könnte versucht seyn, die Eigenschaft der nicht polirten Körper, mehr Wärmestoff als die polirten zu verschlucken und auszusenden u. s. w., auf Rechnung dessen zu schreiben, daß sie mehr Oberfläche besitzen. Leslie aber hat dargethan, daß der Grund davon ein andrer ist. Radirt man eine große Zahl Striche nach der nämlichen Richtung in eine der glänzenden Flächen eines würflichen Gefäßes von Weißblech, und die nämliche Zahl auf eine andre Fläche des nämlichen Würfels, aber halb nach der einen, halb nach der andern Richtung, so wird man finden, daß, wenn das Gefäß mit kochendem Wasser angefüllt, und der Versuch übrigens, wie oben, angestellt wird, eine merklich größere Quantität Wärmestoff durch die kreuzweis gefurchte, als durch die andre Fläche, entweichen wird. Dieß rührt daher, daß durch das Kreuzen der Furchen Spitzen hervorgebracht werden, und diese lassen den Wärmestoff leichter ausströmen, als runde Körper. (Ausführlicheres über den stralenden Wärmestoff findet man in den Abhandlungen von Leslie und Rumford, in der Wärmetheorie von Fourier (Ann. de Chimie et de Physique. t. III. p. 350. et t. IV. p. 128.) und dem Biotschen Werke über Physik).

32. † Folgendes ist eine Tabelle, welche Leslie über das relative Ausstralungsvermögen (dem immer ein gleicher Grad des Verschluckungsvermögens entspricht), und das Rückstralungsvermögen verschiedner Körper gegeben hat.

---

1) Die Firnißschicht darf nicht zu dick seyn; denn da die fetten Stoffe schlechte Leiter für den Wärmestoff sind, so würde diesen das Durchdringen zur Oberfläche erschwert werden, und die Schicht mithin dann, anstatt das Entweichen des Wärmestoffs zu befördern, demselben hinderlich seyn.

Ausstralungsvermögen.		Zurückstralungsvermögen.	
Lampenruß	100	Messing und Bronce	100
Wasser	100	Silber	90
Schreibpapier	98	Stanniol	80
Glas	90	Stahl	70
Chinesische Tusche	88	Bley	60
Eis	85	Zinnamalgam	10
Angelaufenes Bley	45	Glas	10
Queckſilber	20	Geöhltes Glas	5
Glänzendes Bley	19	Weel's fand das Stralungsvermögen der Schwan- Pflaumfedern u. des Schnees ſehr groß.	
Polirtes Eisen	15		
Zinn, Silber, Kupfer, Gold	12		

Vom Gleichgewicht des Wärmeſtoffs.

33. Jedesmal, wenn zwei Körper ſich auf verſchiedenen Temperaturen befinden, giebt der, welcher wärmer iſt, Wärmeſtoff an den andern ab, bis Gleichheit der Temperatur zwiſchen beiden eingetreten iſt: wo man dann ſagt, daß die Quantitäten Wärmeſtoff, die ſie beſitzen, ſich das Gleichgewicht halten oder auf dem nämlichen Grade der Spannung ſind, weil ſie auf die nämliche Weiſe auf das Thermometer wirken. Dieſer Erfolg hat zwiſchen den Körpern, die ſich in Entfernung von einander befinden, eben ſo wie zwiſchen den ſich berührenden, Statt. Wir werden erſt von der Art des Vorgangs im erſten Fall handeln, alsdann ſehen, was im zweiten geſchieht.

Gleichgewicht in der Entfernung. — Wir haben oben, S. 49, gezeigt, daß alle Körper, die ſich im leeren Raum, in der atmoſphäriſchen oder irgend einer andern Luftart befinden, unaufhörlich ſtralenden Wärmeſtoff ausſenden, verſchlucken und zurückwerfen; ein Körper mithin, deſſen Temperatur ungeändert bleibt, ſendet eben ſo viel davon aus, als er verſchluckt, welches übrigens die Quantität ſeyn mag, die er zurückwirft. Weil aber die Körper, welche ſich auf verſchiedenen Temperaturen befinden, endlich auf die nämliche gelangen, ſo müſſen nothwendig diejenigen, welche wärmer ſind, mehr Wärmeſtoff ausſtralen, als ſie verſchlucken, diejenigen, welche kälter ſind, dagegen mehr verſchlucken als ſie ausſtralen, ſo daß die Quantitäten, welche der nämliche Körper verſchluckt und ausſtralt, ſich unaufhörlich dem Grade nähern, auf welchem ſie gleich ſind und ihn endlich erreichen. Dann iſt das Gleichgewicht nothwendig eingetreten.

Vermöge dieſes Strebens zum Gleichgewicht erkalten z. B. alle Körper nach Sonnenuntergang und zwar ungleich, je nach der Stärke

Stärke ihres Ausstralungsvermögens und der Lage, die sie gegen den Himmel und die andern irdischen Gegenstände haben. Das was nach dem heitern Himmel ausgestralt wird, geht rein verloren; denn es ist dort kein Körper vorhanden, der irgends Wärmestralen zurücksenden könnte; die Stralung nach den Bergen, Bäumen und sonst andern Körpern dagegen hat immer eine Rückstralung zur Folge: wonach Körper, die bei gleichem Ausstralungsvermögen einen größern Theil reinen Himmels über sich haben, als andre, mehr erkalten und eher auf den Temperaturgrad herabkommen, bei welchem sie den Dunst zu verdichten und sich mit Thau zu bedecken, oder selbst diesen zum Gefrieren zu bringen und dadurch in Reif zu verwandeln vermögen. Von diesem Princip einer beständigen, und hinsichtlich der Intensität von dem Stoffe der Körper, ihrem Ausstralungsvermögen und ihrer Lage abhängigen Stralung geht die so sinnreiche und genügende Erklärung aus, welche Wells von allen Umständen des Thaus und Reifs und dem Einfluß des Windes und der Wolken auf diese Erscheinungen gegeben hat.

Gleichgewicht des Wärmestoffs in der Berührung. — Wenn die Körper, anstatt sich in Entfernung von einander zu befinden, wie wir jetzt annahmen, in Berührung mit einander sind, so geht der Wärmestoff unmittelbar aus den wärmern in die kältern über, eben so wie von einem Molecul zum andern im Innern eines und desselben Körpers; allein geschieht der Uebergang in diesem Falle durch Stralung? Alles spricht dafür. Wie dem auch sey; das Gleichgewicht stellt sich in kurzer Zeit ein, und zwar in um so mehr oder minder kurzer Zeit, je nachdem sich die Capacität des Körpers für den Wärmestoff verhält (54), und je nachdem seine Fähigkeit, dieß Fluidum zu leiten, größer oder geringer ist (36).

Wenn dem wirklich so ist, daß der Wärmestoff sich stetig ins Gleichgewicht zu setzen strebt, so müssen wir nothwendig den Körpern, die sich über der Temperatur unsres eignen Körpers befinden, eine gewisse Quantität desselben entziehen; den sich unter derselben befindenden dagegen einen Theil des Wärmestoffs, in dessen Besitz wir sind, abgeben. Dieß der Grund der beiden Empfindungen, die wir unter dem Namen Wärme und Kälte kennen. Sie sind sonach nur die Wirkung einer größern oder geringern Menge Wärmestoff auf unsern Körper; werden dabei aber gar sehr durch die, im Lauf des Jahrs sehr wechselnde, Temperatur der Atmosphäre modificirt. Unser Körper nämlich gewöhnt sich an fortdauernde Empfindungen; so daß der Körper, der uns etwas kalt schien, es nach Verlauf einiger Zeit nicht mehr scheint. Berühren wir dann diesen Körper, nachdem seine Temperatur um einige Grade erhöht worden ist, so wird er uns warm

scheinen müssen, weil er uns nun weniger Wärmestoff als vorher in der nämlichen Zeit entzieht. Daher rührt es, daß die tiefen Keller, die sich immer auf 12°,5 befinden, im Sommer, wo die Temperatur der Luft über 20° ist, kalt erscheinen, warm dagegen im Winter, wo sie unter Null ist; eben deßhalb scheint uns das Brunnenwasser sehr frisch im Sommer, gewissermaßen warm aber im Winter.

Von der Elasticität, der Dünne, der Unsichtbarkeit und Unwägbarkeit des Wärmestoffs.

34. Die Herleitung der drei ersten dieser Eigenschaften ergiebt sich aus dem Vorstehenden. Der Wärmestoff ist für vollkommen elastisch anzusehen; weil er unaufhörlich strebt, aus den Körpern auszuströmen, und ihm wahrscheinlich verdanken die Körper, namentlich die Gasarten, ihre Elasticität.

Der Wärmestoff muß ganz ausnehmend dünn seyn; sonst ließe sich nicht denken, wie eine Menge Wärmestralen nach allen Richtungen durch die Luft hindurchgehn und sich kreuzen können, ohne in ihrem Wege abgelenkt zu werden. Eben so wenig ließe sich denken, wie der Wärmestoff in alle Körper eindringen und durch alle hindurchgehn könnte, so daß er in keinem einzigen eingeschlossen zu werden vermag. Was seine Unsichtbarkeit betrifft, so waltet darüber eben so wenig Zweifel ob, indem der Wärmest. unaufhörlich von einem Körper zum andern übergeht, ohne daß das Auge ihn wahrnimmt. Wir wollen jetzt sehen, in wiefern sich seine Unwägbarkeit darthun läßt.

35. Die meisten Körper lassen beim Act ihrer Verbindung eine große Menge Wärmestoff fahren; zeigen sich aber nachher noch eben so schwer, als zuvor. Der Wärmest. muß mithin unwägbar seyn, oder, im Fall er wägbar ist, sind unsre Wagen wenigstens nicht empfindlich genug, um eine Schätzung seines Gewichts zu erlauben. Um dieses wichtige Ergebniß nachzuweisen, nehme man eine Flasche von zwei Litres (ung. 100 Cubiczoll) mit gut eingeriebenem Glasstöpsel, und gieße ungefähr 250 Grammen (ung. 17 Loth) Wassers und 250 Grammen Schwefels. hinein, so aber, daß sie sich nicht mischen, und daß die schwerere Fl., welches die S. ist, den untern Raum einnimmt. Zu diesem Zweck gieße man das Wasser zuerst hinein; tauche eine Röhre bis auf den Boden der Flasche und gieße die S. dadurch ein; ziehe alsdann die Röhre zurück, verstopfe die Flasche recht genau, trockne sie ab und wiege sie mit einer Wage, bei welcher noch ein halber Milligramme einen Ausschlag giebt. Nachdem dieß geschehen, schüttle man sacht die Flasche, bis das Wasser und die S., welche

zwei deutlich unterschiedene Schichten bildeten, in eine einzige durch ihre Verbindung verschmelzen. Eine starke Entbindung von Wärmest. wird die Folge davon seyn, d. h. das Gefäß wird sich stark erhitzen. Ist das Gefäß zu seiner ursprünglichen T. zurückgekehrt, so wiege man es abermals, und man wird finden, daß es keinen bemerkbaren Gewichtsverlust erlitten hat. Und doch ist viel Wärmestoff durch seine Wände entwichen, woraus man schließen muß, daß das Gewicht des Wärmestoffs keine Schätzung zuläßt.

Von der Fortpflanzung des Wärmestoffs durch die Körper.

36. Wird das Ende eines festen Körpers der Wirkung des Feuers ausgesetzt, so werden nicht allein die Theile dieses Endes selbst warm, sondern auch die angränzenden bis zu einer gewissen Weite, mit stetiger Abnahme der T. vom Herde des Feuers aus. Nicht alle Körper besitzen die Eigenschaft, den Wärmestoff fortzupflanzen, in gleichem Grade; im Gegentheil findet eine große Verschiedenheit in dieser Hinsicht zwischen ihnen Statt. Die, welchen sie in hohem Grade zukommt, heißen gute Wärmeleiter und dergleichen sind die Metalle. Die in schwachem Grade damit begabten werden schlechte Wärmeleiter genannt: so das Holz, die Kohle, die Fettarten. Auch weiß jedermann, daß man eine Eisenstange von einigen Centimetern Länge nicht mit der Hand an einem Ende, ohne sich zu verbrennen, anfassen kann, während man das andre im Glühen unterhält; dagegen dieser Versuch bei einem Stück Kohle nichts auf sich hat. Im Allgemeinen, je schwerer ein Körper ist, um so besser vermag er, einige Ausnahmen abgerechnet, die Wärme zu leiten.

37. Die tropfbaren Flüssigkeiten leiten die Wärme schlecht, selbst noch schlechter als Kohle. In der That nehme man ein Glasgefäß, fülle es zur Hälfte mit einer tropfbaren Flüssigkeit von gewöhnlicher T., z. B. mit Queckſilber an; gieße alsdann eine andre warme Fl. darauf, welche leichter ist, als die vorige, z. B. kochendes Wasser; die untere Fl., das Queckſilber nämlich, wird sich nur langsam erwärmen.

Hienach wird man leicht begreifen, warum in den Meeren und Seen das W. im Sommer manchmal von 20° an der Oberfläche ist, während es 5 bis 6 Meter tiefer sich auf einer weit niedrigern T. befindet.

Setzt man jedoch ein Gefäß voll W. über das Feuer, so kommt es in Kurzem zum Sieden. Dieß rührt daher, daß die untere Schicht, indem sie sich durch ihre Berührung mit den Gefäßwänden erwärmt,

leichter als die andern Schichten wird und nach dem obern Theil aufsteigt; die zweite, welche an ihre Stelle getreten ist, erhebt sich dann ihrerseits u. s. f., so daß zwei Ströme entstehen, einer von warmem Wasser nach Oben, der andere von kaltem nach Unten, bis das W. im Sieden ist. Rumford, welcher viele Versuche in diesem Bezug angestellt hat, hält dieß sogar für den einzigen Weg, wie sich die Flüssigkeiten erwärmen, und spricht dem Leitungsvermögen allen Einfluß dabei ab. Aus dem Erörterten ergiebt sich jedoch, daß es wirklich dazu mit beiträgt.

38. Obwohl die tropfbaren Flüssigkeiten den Wärmest. sehr schwer leiten, so gilt dieß doch in noch höherm Grade von den Gasarten; und es läßt sich nicht einmal nachweisen, daß sie wirklich Leitungsvermögen besitzen, weil, wenn man sie in Berührung mit einem warmen Körper bringt, der Wärmestoff desselben zwischen ihren Moleculen in Gestalt von Stralen durchströmt. Dessenungeachtet erhitzen sie sich schnell, namentlich vermöge ihrer geringen Capacität für den Wärmestoff und der Beweglichkeit ihrer Molecule, eine Eigenschaft, die sie fähig macht, gleich den tropfbaren Flüssigkeiten aufsteigende warme und absteigende kalte Ströme zu bilden (S. die Gesetze der Fortpflanzung des Wärmestoffs durch die Körper in Biots Werke).

Von der Ausdehnung.

39. Alle Körper dehnen sich, wenn sie einer höhern T. als die ihrige ist, ausgesetzt werden, aus, wofern man die Ausdehnung nicht durch einen hinreichenden Druck hindert. Ihre Ausdehnung beträgt um so mehr, je höher der Temperaturgrad ist, den man ihnen mittheilt. Nur eine kleine Zahl Körper machen hievon eine Ausnahme, und auch dieß nur bei Graden, welche denen nahe stehn, wo sie vom tropfbarfl. Zustande in den festen übergehen. So nimmt z. B. das W. bei 4 Grad weniger Raum ein, als bei 3 Grad; bei 2 Grad weniger, als bei 1 Grad; bei 1 Grad weniger, als bei Null, wenn es noch flüssig ist; bei Null in flüssigem Zustande weniger als bei Null in festem Zustande. Diese Erscheinung rührt allem Anschein nach daher, daß die Anordnung der Molecule dann zur Krystallform hinneigt und hiedurch eine größere Entfernung dieser Molecule erforderlich gemacht wird. Diese Ausnahmen also abgerechnet, welche nur in sehr kleiner Zahl vorhanden sind und nur für einen sehr kleinen Theil der Thermometerscale Statt haben, ist das Gesetz allgemein; wobei man bemerkt, daß, für eine und die nämliche Zahl Grade dieser Scale, die festen

Körper sich im Allgemeinen weniger, als die tropfbaren und diese weniger als die Gasarten ausdehnen, welches ohne Zweifel daher rührt, daß die ersten eine weit stärkere Cohäsion besitzen, als die zweiten, und diese eine stärkere, als die dritten.

40. Ausdehnung der Gasarten. — Die Ausdehnung aller Gasarten ist gleichförmig und beträgt für jeden Grad des hundertheiligen Thermometers $\frac{1}{266,67}$ des Volumen's, das sie bei null Grad unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre besitzen (für jeden Grad des Reaumurschen Th. $\frac{1}{213,34}$). Wir verdanken Dalton und Gay-Lussac die Entdeckung dieses Gesetzes. Wir wollen erst seine Gültigkeit für die atmosphärische Luft, und dann auch für die andern Gasarten darthun.

Man nehme eine, mit Luft gefüllte, graduirte Röhre von kleinem Durchmesser, die an einem Ende offen ist, und am andern in eine Kugel ausgeht, deren Capacität, so wie die der Abtheilungen der Röhre, bekannt ist [1]). In die Röhre bringe man eine kleine Quecksilbersäule ein, um die Luft in der Kugel und einem Theil der Röhre einzusperren und zugleich um als Zeiger zu dienen; bringe dann die Röhre horizontal in einer kleinen Wanne von Weißblech, in einem kleinen Abstand vom Boden so an, daß sie, von ihrem Ende bis zum Zeiger, sich außerhalb der Wanne befindet, welches man dadurch bewerkstelligt, daß man sie durch einen Pfropf steckt, der in eine, in der Seitenwand der Wanne angebrachte, Oeffnung eingepaßt ist; endlich bedecke man die Kugel und den Theil der Röhre, der sich zwischen ihr und dem Zeiger befindet, mit thauendem Eise. Durch Wirkung dieses letztern wird die Luft verdichtet werden, und man wird zu urtheilen haben, daß sie auf den Nullpunct gekommen ist, wenn der Zeiger, der sich erst nach der Kugel zu bewegt hat, bei einem Punct stehen bleibt, den man sorgsam anzumerken hat. Darauf fülle man die

---

1) Das Verhältniß der Capacität der Kugel zu der der Abtheilungen der Röhre wird auf folgende Weise ausgemittelt: Man wiegt die Röhre, wenn sie noch leer ist, und merkt ihr Gewicht an; darauf füllt man die Kugel mit Queckfilber, indem man sie erhitzt und das Ende der Röhre in dieß Metall eintaucht. Jetzt wiegt man abermals die Röhre, und der Ueberschuß des so gefundenen Gewichts über das erst gefundene giebt das Gewicht des, in der Kugel enthaltenen, Queckfilbers. Hat man dann durch ein ähnliches Verfahren das Gewicht des Queckfilbers bestimmt, welches eine gewisse Zahl Abtheilungen der Röhre, die sämmtlich von gleicher Capacität sind, zu befassen vermag, so ergiebt sich nun ohne Weitres das gesuchte Verhältniß, wenn man das Gewicht des Queckfilbers der Kugel mit dem Gewicht des Queckfilbers einer der Abtheilungen dividirt (Wie man eine Röhre graduirt s. (16)).

Wanne mit W., erhöhe seine Temperatur bis zu 10°, von 10° zu 20°, von 20° zu 30° und endlich bis 100°; beobachte sorgsam den Gang des Zeigers, welcher die Ausdehnung der Luft anzeigt; und man wird sehen, daß diese Fl. beim Uebergange von null Grad zu 10° sich um eben so viel ausdehnt, als beim Uebergange von 10° zu 20°, von 20° zu 30° u. s. f.; und daß sie im Ganzen beim Uebergange von Null zu 100° (80° R.) eine Ausdehnung um 0,375 ihres Volumens erfährt. Weil nun die Ausdehnung beim Uebergang von 0° zu 10°, von 10° zu 20°, von 20° zu 30° u. s. w. immer gleichmäßig geschieht; so folgt, daß sich die Luft für jeden Grad um $\frac{0,375}{100} = 0,00375 = \frac{1}{266,67}$ des Volumens ausdehnt, welches sie bei null Grad einnimmt. Zur Schärfe des Versuchs ist erforderlich, in dem Maße, als das Gas sich ausdehnt, die Röhre weiter in die Wanne hineinzuschieben, so daß das Queckſilber immer seinen Stand an ihrer Wand behält; widrigenfalls würde sich nicht die ganze Luftmasse, mit welcher man operirt, der T. des Wassers in der Wanne ausgesetzt finden, und ihre Ausdehnung mithin etwas zu schwach ausfallen.

40 bis. Zur leichtern Einsicht in das vorstehende Gesetz kann man sich auch vorstellen, die Capacität der Kugel betrage das $266\frac{2}{3}$ fache von der jeder Abtheilung der Röhre; die Kugel sey voll Luft von null Grad; der Zeiger befinde sich am Ursprunge der Röhre an der Kugel, und man erhöhe successiv die T. um 1, 2, 3, 40 Grad: dann wird die Ausdehnung der Luft so erfolgen, daß sie successiv die ganze Kugel plus 1, 2, 3, 40 Abtheilungen der Röhre einnimmt; wonach die Ausdehnung für jeden Grad die ebenerwähnte seyn wird.

Weiß man, daß die atmosphärische Luft sich für jeden Centesimalgrad um $\frac{1}{266,67}$ des Volumens, das sie bei null Grad hat, ausdehnt, so läßt sich dann leicht darthun, daß alle andern Gasarten sich im nämlichen Falle befinden. Man braucht zu diesem Zweck nur zwei Glasröhren zu nehmen, die an einem ihrer Enden verschlossen, mit der größten Sorgfalt graduirt, und von vollkommen gleichen Dimensionen sind; sie erst mit Queckſilber anzufüllen, alsdann in die eine bis zur Hälfte ihres Volumens von dem zu prüfenden Gas, in die andre ebenfalls bis zur Hälfte ihres Volumens atmosphärische Luft einzulassen, den Apparat in ein Trockenbehältniß (étuve) zu bringen, dessen T. sich nach Willkühr erhöhen läßt, und den Gang, den die Ausdehnung beider Gasarten nimmt, vergleichungsweise zu beobachten. Er wird sich für beide ganz gleich zeigen; und das Gesetz ist somit allgemein. Macht nicht diese gleichförmige und in gleichem Grade

erfolgende Ausdehnung aller Gasarten ausnehmend wahrscheinlich, daß sich dieselben dem wirklichen Fortschreiten der Wärme proportional ausdehnen?

Mittelst des nämlichen Apparats läßt sich auch darthun, daß die Dünste sich im nämlichen Verhältniß als die bleibenden Gasarten ausdehnen; man muß ihn aber zuvor erhitzen, indem man ihn einige Zeit hindurch in einem Trockenbehältniß hält, dessen T. für den Aether z. B. 60 Grad betragen muß. Läßt man alsdann Aetherdunst in die eine und atmosphärische Luft in die andere dieser Röhren treten, so daß sie beide dem nämlichen Grade der Eintheilung entsprechen, und erhöht die T. von 60 bis 100 Grad, so sieht man den Gang beider Flüssigkeiten in nichts unterschieden.

Da die Ausdehnung der Gasarten für jeden Centesimalgrad $\frac{1}{266,67}$ des Volumens beträgt, das sie bei null Grad besitzen, so wird man, wenn man das Volumen einer Gasart bei irgend einer Temperatur kennt, leicht angeben können, wie es sich für jede andre Temperatur ändert. Die Ausdehnung des Gasvolumens für jeden Grad ergiebt sich nämlich, wenn man dasselbe mit 266,67 plus oder minus der Zahl Einheiten, um die die T. der Gasart über oder unter Null ist, dividirt [1]). Kennt man diese Ausdehnung, so nimmt man sie so vielmal, als Grade zwischen beide Temperaturen fallen, und addirt die Summe zum Volumen, oder zieht sie davon ab, je nachdem dasselbe größer oder kleiner als das gesuchte seyn muß.

Gesetzt man habe hundert Theile Gas von 40° und wolle wissen, welches Volumen dasselbe bei 20° einnimmt. Man dividire 100 mit $266\frac{2}{3}$ plus 40 oder mit $306\frac{2}{3}$; der Quotient wird seyn 0,326; dieser, mit 20 multiplicirt, giebt 6,520; welches, von 100 abgezogen, für das Volumen, welches die 100 Theile Gas bei 20 Grad einnehmen, finden läßt 93, 48 Th.

---

1) Das Volumen einer Gasart über Null ist nämlich gleich ihrem Volumen bei Null, plus der Ausdehnung für jeden Grad, so viel mal genommen, als die Temperaturerhöhung Grade über Null beträgt. Nun ist ihr Volumen gleich dieser Ausdehnung, $266\frac{2}{3}$ mal genommen; dividirt man mithin das Volumen über Null mit $266\frac{2}{3}$ plus so viel Einheiten, als in der Zahl Grade enthalten sind, um welche die Temperatur über Null erhöht ist, so erhält man die Ausdehnung für jeden Grad. Wäre die T. der Gasart unter Null, so hätte man offenbar ihr Volumen zu dividiren, nicht durch $266\frac{2}{3}$ plus der Zahl Einheiten, sondern durch $266\frac{2}{3}$ minus der Zahl Einheiten, um welche die Temperatur Null übersteigt. Man wird dies übrigens ohne Schwierigkeit begreifen, wenn man sich zurückruft, was wir oben (40 bis) gesagt haben und in Erwägung zieht, daß nichts hindert, das Volumen der Gasart bei null Grad als aus 266 Theilen bestehend zu betrachten.

† Ich füge die Tabelle bei, welche Ure nach den hier angegebenen Grundsätzen berechnet hat, um das Volumen einer Gasart für irgend eine Temperatur zwischen 100° und 20° Fahrenheit auf das bei 60° F. (= 15°⅔ R.) zurückzuführen. Die Zahl nämlich, welche sich der Temperatur des Gases gegenüber findet, giebt, mit dem Volumen des Gases bei dieser T. multiplicirt, das wahre Volumen für die T. von 60° F.

Reductionstabelle der Gasraumtheile für Veränderungen der Temperatur über oder unter 60° F.; von Dr. Ure.

Temp.	Volum.	Temp.	Volum.	Temp.	Volum.	Temp.	Volum.
60°	1,000000	59°	1,002083	81°	0,956250	38°	1,045833
61	0,997916	58	1,004166	82	0,954166	37	1,047916
62	0,995833	57	1,006249	83	0,952083	36	1,049999
63	0,993750	56	1,008333	84	0,950000	35	1,052083
64	0,991666	55	1,010416	85	0,947916	34	1,054166
65	0,989583	54	1,012499	86	0,945833	33	1,056249
66	0,987500	53	1,014583	87	0,943750	32	1,058333
67	0,985416	52	1,016666	88	0,941666	31	1,060416
68	0,983333	51	1,018749	89	0,939583	30	1,062499
69	0,981250	50	1,020833	90	0,937500	29	1,064583
70	0,979166	49	1,022916	91	0,935416	28	1,066666
71	0,977083	48	1,024999	92	0,933333	27	1,068749
72	0,975000	47	1,027083	93	0,931250	26	1,070833
73	0,972916	46	1,029166	94	0,929166	25	1,072916
74	0,970833	45	1,031249	95	0,927083	24	1,075999
75	0,968750	44	1,033333	96	0,925000	23	1,077083
76	0,966666	43	1,035416	97	0,922916	22	1,079166
77	0,964583	42	1,037499	98	0,920833	21	1,081249
78	0,962500	41	1,039583	99	0,918750	20	1,083333
79	0,960416	40	1,041666	100	0,916666		
80	0,958333	39	1,043749				

41. Bei unsern bisherigen Erörterungen über die Ausdehnung der Gasarten wurde vorausgesetzt, daß sie sich unter einem beständigen Druck befänden, der ihrer Expansivkraft nachzugeben vermöchte. Was aber würde geschehen, wenn sie von Außen durch keinen Körper, weder durch die Luft noch durch einschließende Gefäßwände zusammengedrückt würden? Da sie keine Cohäsion besitzen, und blos der Abstoßungskraft des Wärmestoffs gehorchen, so würden sie sich bei jeder Temperatur ins Unbegränzte verdünnen. Man nehme ein Gefäß voll Luft, füge es an die Luftpumpe, und setze diese in Gang; man wird beständig eine gewisse Quantität Luft herausziehen; und doch wird das Gefäß immer voll seyn: so wie mithin das Gefäß von einem

Theil Luft entleert wird, dehnt sich die übrige so aus, daß sie immer noch den nämlichen Raum ausfüllt.

42. Ausdehnung der festen und tropfbarflüssigen Körper. — Mit der Ausdehnung der festen und tropfbarflüssigen Körper verhält es sich nicht eben so, als mit der der Gasarten.

Die festen Körper sind nur sehr geringer Ausdehnung fähig und zwar alle in ungleichem Grade: so beträgt die Ausdehnung des Zinns unter den nämlichen Umständen mehr, als die des Kupfers und des Kupfers mehr als die des Eisens.

Auch jeder einzelne feste Körper dehnt sich, nach Dulong und Petit, ungleich für die nämliche Anzahl Grade, wenn sie auf verschiedenen Theilen der Thermometerscale genommen sind, aus; d. h. seine Ausdehnung ist niemals dem Wärmegrade, dem man ihn aussetzt, proportional, sondern steigt mit der Temperatur, so daß z. B. ein Metall sich etwas mehr beim Uebergange von 200°zu 300° ausdehnt, als beim Uebergange von 100° zu 200°. Dieses Fortschreiten wird vorzüglich sehr merklich bei den Temperaturen, welche dem Schmelzpunct der Körper nahe kommen. Zu bemerken ist, daß die Ausdehnung des Glases rascher ist, als die der (festen) Metalle und diese wiederum rascher, als die des Queckſilbers.

43. Aehnlich wie die festen Körper verhalten sich hinsichtlich ihrer Ausdehnung die tropfbarflüssigen. Nicht allein dehnen sie sich ungleich aus, sondern es giebt auch keinen, dessen Ausdehnung gleichförmig oder der Temperatur proportional wäre. Der, allerdings immer nur kleine, Unterschied, wird doch mit steigender T. immer größer.

Die Thermometer mit festen oder tropfbarfl. Substanzen können daher die Quantität des hinzugekommenen oder entwichenen Wärmestoffs nicht genau anzeigen. Jedoch muß man hievon ausnehmen: 1) das Queckſilberthermometer zwischen dem 36sten Grade unter Null und dem Grade des kochenden Wassers; indem sein Gang mit dem des Lufttthermometers gleichen Schritt hält; eine Erscheinung die daher rührt, daß das Gesetz der Ausdehnung des Glases mit dem der Ausdehnung des Queckſilbers in Verbindung tritt und eine genaue Compensation zuwege bringt (46); 2) die Thermometer aus festen Substanzen zwischen dem Siedepuncte des Wassers und den niedern Graden; indem sich nur über 100° eine merkliche Abweichung von der Proportionalität der Ausdehnung der festen Körper mit der Wärme, die man ihnen zuführt, zu zeigen scheint.

Wenigstens beträgt nach den, im J. 1782 von Lavoisier und Laplace angestellten, Versuchen (Annales de Chimie et de Physique, t. I, pag. 101) die Linearausdehnung (d. i. die Ausdehnung

nach Einer Dimension) zwischen der Temperatur des schmelzenden Eises und der des kochenden Wassers für jeden Grad des Centesimalthermometers, für nachstehende Körper:

Für Spiegelglas von St. Gobin	$\frac{1}{112247}$
Glasröhren ohne Bley	$\frac{1}{111408}$
Englisches Flintglas	$\frac{1}{124834}$
Französisches Glas mit Bley	$\frac{1}{114080}$
Kupfer	$\frac{1}{58205}$
Messing	$\frac{1}{53215}$
Weiches Schmiedeeisen	$\frac{1}{81977}$
Weichen Eisendraht	$\frac{1}{81157}$
Ungehärteten Stahl	$\frac{1}{92699}$
Gelb angelaufenen, gehärteten Stahl, angelassen bei 65°	$\frac{1}{80274}$
Bley	$\frac{1}{35108}$
Zinn, ostindisches oder von Malacca	$\frac{1}{81609}$
Zinn von Fallmouth	$\frac{1}{48161}$
Silber, durch Kupellation	$\frac{1}{52363}$
Silber, Pariser Probe	$\frac{1}{52392}$
Abgeschiedenes Gold	$\frac{1}{78202}$
Gold, Pariser Probe, nicht ausgeglüht	$\frac{1}{74452}$
Gold, Pariser Probe, ausgeglüht	$\frac{1}{77067}$
Platin, nach Borda	$\frac{1}{117748}$

Wir wollen jetzt die Resultate anführen, aus welchen Petit und Dulong ihre Folgerungen zogen (Ann. de Chim. et de Phys. t. VII. p. 113). Sie fanden, daß die mittlere Ausdehnung nach dem Kubikinhalte für jeden Grad des Luftthermometers, nach angebrachter Correction wegen Ausdehnung des Glases, beträgt;

	zwischen 0° u. 100°	zwischen 0° u. 200°	zwischen 0° u. 300°
Beim Eisen	$\frac{1}{38100}$	—	$\frac{1}{33700}$
Beim Kupfer	$\frac{1}{39400}$	—	$\frac{1}{37700}$
Beim Platin	$\frac{1}{37700}$	—	$\frac{1}{36500}$
Beim Glase	$\frac{1}{38700}$	$\frac{1}{36500}$	$\frac{1}{35900}$
Beim Queckſilber	$\frac{1}{5550}$	$\frac{1}{5426}$	$\frac{1}{5300}$
Beim Queckſilber, die Wirkung der Ausdehnung der Glaswände, in welchen es enthalten ist, mit inbegriffen	$\frac{1}{6480}$	$\frac{1}{6378}$	$\frac{1}{6318}$

Der Calcul zeigt, daß die Ausdehnung nach dem Cubikinhalte, wenn sie sehr klein ist, das Dreifache der Ausdehnung nach Einer Di-

mension für die nämlichen Temperaturen beträgt (wovon der Beweis in Biots größerm Werke nachzulesen); d. h. daß, wenn ein einfaches Lineal sich z. B. um $\frac{1}{1000}$ seiner Länge verlängert oder verkürzt, der Rauminhalt dieses Lineals oder jedes andern, aus der nämlichen Substanz bestehenden, Körpers sich um $\frac{3}{1000}$ verändert. Wirklich, wenn man die Nenner der hier angegebnen Werthe der Cubicausdehnung des Eisens, Kupfers und Glases mit 3 multiplicirt, um ihre Linearausdehnung zu erhalten, so kommt man mit großer Genauigkeit auf die von Lavoisier und Laplace gefundene zurück.

† G. G. Schmidt bediente sich, um die Ausdehnung der Flüssigkeiten zu finden, des von ihm verbesserten Fahrenheitschen Aräometers, mit dem er den Unterschied der spec. Gewichte bestimmte. Indem nämlich die Ausdehnung dem spec. Gewichte umgekehrt proportional ist, so läßt sich die erstere aus dem letztern leicht berechnen, muß aber wegen der Ausdehnung des Aräometers durch die Wärme corrigirt werden. Durch Versuche dieser Art erhielt Schmidt folgende vergleichbare Dichtigkeiten verschiedner Flüssigkeiten, welche für die Ausdehnung des gebrauchten Aräometers schon corrigirt sind:

Temp. R.	Wasser.	Weingeist.	Terpentinöl.	Olivenöl.	1 Th. Alkali. 1 Th. Wasser.	1 Th. Salz. 4 Th. Wasser.	Doppelt-Scheidewasser.	Vitriolöl.
5	10014,312	—	—	—	—	—	—	—
10	10010,884	830,31	—	—	—	—	—	—
15	10000,000	827,21	888,40	917,70	—	1142,00	1170,20	1893,00
20	9985,774	822,84	882,25	912,35	—	1138,85	1166,85	1883,85
25	9968,465	816,40	877,96	907,00	1084,40	1135,80	1161,70	1878,83
30	9948,073	810,64	872,80	902,55	1082,66	1132,55	1157,25	1871,44
35	9924,598	804,83	867,40	900,20	1079,00	1129,10	1152,40	1864,00
40	9898,040	799,38	863,45	896,05	1076,36	1125,35	1148,05	1855,38
45	9868,409	795,60	856,63	890,80	1073,65	1121,85	1142,10	1849,73
50	9835,695	—	850,95	886,02	1064,06	1119,15	1135,35	1843,95
55	9799,898	—	846,10	882,50	1061,35	1115,30	—	1837,80
60	9761,018	—	—	877,02	1057,30	1110,15	—	1831,65
65	9719,055	—	—	—	1052,35	1106,50	—	1824,76
70	9674,009	—	—	—	—	1103,85	—	1819,35
75	9625,880	—	—	—	—	1097,10	—	1813,35
80	9574,668	—	—	—	—	—	—	—

Sehr sorgfältige Versuche, jedoch blos über die Ausdehnung des Wassers, hat Charles auf Biot's Veranlassung ebenfalls mittelst eines Aräometers, (hydromètre thermométrique) angestellt. Das absolute Gewicht des Apparats, auf den leeren Raum reducirt, betrug 90303 Milligrammen, zu denen bei den nebenstehenden Temperaturen die in der Tabelle enthaltenen Milligrammen zugelegt wurden, um das Einsinken bis an den Normalpunct hervorzubringen.

Temp. R.	Zugelegtes Gewicht.	Temp. R.	Zugelegtes Gewicht.	Temp. R.	Zugelegtes Gewicht.
1	1310	17	1200	34	660
2	1315	18	1180	35	620
3	1320	19	1160	36	580
4	1325	20	1140	37	540
4,75	1330	21	1110	38	500
5	1329	22	1080	39	450
6	1327	23	1050	40	400
7	1324	24	1020	41	350
8	1320	25	990	42	300
9	1315	26	960	43	250
10	1310	27	930	44	200
11	1295	28	895	45	150
12	1285	29	860	46	90
13	1270	30	825	47	30
14	1255	31	785	47,5	00
15	1240	32	745		
16	1220	33	705		

Newton untersuchte die Ausdehnung des Leinöls und fand das Verhältniß des Volumens bei 0°, 37°, 78 und 100° C. = 100000; 102 760 und 107 250; Thomson aber untersuchte die Ausdehnung der Schwefelsäure, Salpetersäure und des Terpentinöls, Blagden und Gilpin des Queckſilbers, Wassers und Alkohols, welche sämmtlich, durch Thomson in eine Tabelle gebracht, folgende Uebersicht gewähren:

Temp. C.	Queckſilber.	Schwefelſäure.	Salpeterſäure.	Waſſer.	Terpentinöl.	Alkohol.
0,00	100000	———	———	———	———	100000
4,45	100081	99752	99514	———	———	100539
10,00	100183	100000	100000	100023	100000	101015
15,56	100304	100279	100468	100091	100460	101688
21,11	100406	100558	100990	100197	100993	102281
26,67	100508	100806	101530	100332	101471	102890
32,22	100610	101054	102088	100664	101931	103517
37,78	100712	101317	102620	100908	102446	104162
43,33	100813	101540	103196	———	102943	———
48,89	100915	101834	103776	101404	103421	———
54,44	101017	102097	104352	———	103954	———
60,00	101119	102320	105132	———	104573	———
65,56	101220	102614	———	102170	———	———
71,11	101322	102893	———	———	———	———
76,67	101424	103116	———	———	———	———
82,22	101526	103339	———	———	———	———
87,78	101628	103587	———	103617	———	———
93,33	101730	103911	———	———	———	———
100,0	101835	———	———	104577	———	———

Wichtig ſind auch die Verſuche, welche Gay-Luſſac anſtellte, indem er vier Flüſſigkeiten von ihrem Siedepunct an von 5 zu 5 Graden C. erkalten ließ, und ihre Zuſammenziehungen in Tauſendtheilen der Einheit beſtimmte. Die Siedepuncte waren: des Waſſers 100°; des Alkohols 78, 41; des Schwefelkohlenſtoffs 46, 60; des Schwefeläthers 35, 66. Ihre Zuſammenziehungen waren folgende:

Tmp. C.	Waſſer.	Differ.	Alkohol.	Differ.	Schwefelkohlſt.	Differ.	Schwefeläther.	Diff.
0	0,00	3,34	0,00	5,55	0,00	6,14	0,00	8,15
5	3,34	3,27	5,55	5,88	6,14	5,87	8,15	8,02
10	6,61	3,89	11,43	6,08	12,01	5,97	16,17	7,99
15	10,50	2,65	17,51	9,83	17,98	5,82	24,16	7,67
20	13,15	2,81	23,34	5,81	23,80	5,85	31,83	7,31
25	16,06	2,79	29,15	5,59	29,65	5,41	39,14	7,28
30	18,85	2,67	34,74	5,54	35,06	5,42	46,42	5,64
35	21,52	2,58	40,28	5.40	40,48	5,29	52,06	6,71
40	24,10	2,40	45,68	5,17	45,77	5,30	58,77	6,71
45	26,50	2,06	50,85	5,17	51,08	5,20	65,48	6,53
50	28,56	2,04	56,02	4,99	56,28	4,86	72,01	6,37
55	30,60	1,82	61,01	4,95	61,14	5,07	78,38	
60	32,42	1,60	65,96	4,78	66,21		— —	
65	34,02	1,45	70,74	4,74	— —		— —	
70	35,47	1,23	75,48	4,63	— —		— —	
75	36,70		80,11		— —		— —	

Folgende Tabelle giebt die Dichtigkeiten und Volumina des Wassers für alle Grade der hunderttheiligen Scale, den Punct der größten Dichtigkeit bei 4°, 4 angenommen*).

Temp.	Volum.	Dichtigk.	Temp.	Volum.	Dichtigk.
1	1,00005419	0,9999458	39	1,00699449	0,9930540
2	1,00002833	0,9999717	40	1,00738707	0,9926670
3	1,00001075	0,9999893	41	1,00778933	0,9922707
4	1,00000151	0,9999985	42	1,00820119	0,9918654
5	1,00000227	0,9999974	43	1,00862256	0,9914512
6	1,00001613	0,9999830	44	1,00905338	0,9910280
7	1,00004250	0,9999573	45	1,00949353	0,9905960
8	1,00008129	0,9999187	46	1,00994297	0,9901547
9	1,00013243	0,9998674	47	1,01040154	0,9897052
10	1,00019583	0,9998042	48	1,01086929	0,9892472
11	1,00027141	0,9997284	49	1,01134601	0,9887812
12	1,00035909	0,9996412	50	1,01183168	0,9883066
13	1,00045878	0,9995414	51	1,01232619	0,9878236
14	1,00057040	0,9994300	52	1,01282948	0,9873332
15	1,00069386	0,9993067	53	1,01334143	0,9868342
16	1,00082908	0,9991717	54	1,01386202	0,9863272
17	1,00097599	0,9990247	55	1,01439109	0,9858130
18	1,00113450	0,9988669	56	1,01492863	0,9852909
19	1,00130451	0,9986970	57	1,01547449	0,9847612
20	1,00148596	0,9985162	58	1,01602865	0,9842240
21	1,00167875	0,9983239	59	1,01659096	0,9836800
22	1,00188281	0,9981207	60	1,01716140	0,9831280
23	1,00209804	0,9979069	61	1,01773984	0,9825690
24	1,00232438	0,9976809	62	1,01832624	0,9820036
25	1,00256173	0,9974446	63	1,01892043	0,9814309
26	1,00281005	0,9971976	64	1,01952250	0,9808512
27	1,00306913	0,9969390	65	1,02013217	0,9802649
28	1,00333903	0,9966720	66	1,02074948	0,9796722
29	1,00361960	0,9963934	67	1,02137428	0,9790730
30	1,00391077	0,9961044	68	1,02200657	0,9784670
31	1,00421245	0,9958054	69	1,02264615	0,9778552
32	1,00452457	0,9954956	70	1,02329306	0,9772370
33	1,00484704	0,9951764	71	1,02394715	0,9766120
34	1,00517977	0,9948466	72	1,02460834	0,9759820
35	1,00552268	0,9945074	73	1,02527652	0,9753466
36	1,00587570	0,9941586	74	1,02595162	0,9747046
37	1,00623876	0,9938000	75	1,02663360	0,9740570
38	1,00661169	0,9934316	76	1,02732233	0,9734044

*) Von Hofmeister mit Logarithmen nach einer zu Grunde gelegten Formel berechnet, worüber man Gehlers phys. Wörterb. 2te Ausg. I. Art Ausdehnung nachlesen kann, aus welchem diese Tabellen sämmtlich entlehnt sind.

Temp.	Volum.	Dichtigk.	Temp.	Volum.	Dichtigk.
77	1,02801780	0,9727456	89	1,03685451	0,9644554
78	1,02871985	0,9720816	90	1,03762928	0,9637350
79	1,02942840	0,9714129	91	1,03840968	0,9630110
80	1,03014343	0,9707384	92	1,03919550	0,9622826
81	1,03086478	0,9700549	93	1,03998660	0,9615506
82	1,03159244	0,9693750	94	1,04078305	0,9608150
83	1,03232623	0,9686860	95	1,04158462	0,9600754
84	1,03306620	0,9679920	96	1,04239136	0,9593326
85	1,03381211	0,9672936	97	1,04320308	0,9585852
86	1,03456405	0,9665906	98	1,04401978	0,9578362
87	1,03532176	0,9658832	99	1,04484131	0,9570832
88	1,03608532	0,9651714	100	1,04566765	0,9563267

Thermometer.

44. Die Einrichtung der Thermometer gründet sich auf die Eigenschaft der Körper, sich durch die Wärme auszudehnen. Man unterscheidet ihrer drei Arten. Die ersten sind aus festen Körpern verfertigt und dienen zur Messung der hohen Temperaturen; die zweiten, mit tropfbarfl. Körpern, dienen zur Messung niedriger und mittlerer Temperaturen; die dritten mit Luft werden nur gebraucht, wenn es sich darum handelt, schwache Temperaturveränderungen bemerklich zu machen.

45. Thermometer aus festen Körpern. — Diese führen den Namen Pyrometer. Die meisten sind nichts anders als Metallstangen von der Einrichtung, daß sie eine Schätzung der Ausdehnung zulassen, welche sie durch die Wärme erfahren. Dasienige indeß, welches am allgemeinsten angewandt ist, und allein von uns hier beschrieben werden wird, gründet sich auf die Eigenschaft, welche der Thon hat, einer hohen T. ausgesetzt zu schwinden. Dies Pyrometer, nach seinem Erfinder Wedgwood benannt, besteht aus zwei Stücken: das erste ist ein kleiner Thoncylinder von 12,7 Millimetern (5,62 Lin.) im Durchmesser und 14 bis 15 Millimetern (ung. 6 bis 7 Lin.) Länge, auf der einen Seite etwas abgeplattet und in Rothglühhitze gebrannt; das zweite ist ein Maßstab (jauge), bestimmt zur Messung der Volumenverminderung des erhitzten Thons. Er besteht aus einer Kupfer- oder Messingplatte, auf welche zwei Lineale von dem nämlichen Metall angelöthet sind. Diese sind vollkommen gleich, 609,502 Millimeter (22,51 Zoll) lang, und lassen einen convergirenden Zwischenraum zwischen sich, dessen Oeffnung am einen Ende 12, 7 Millimeter (5,62 Lin.), am andern 7,62 Millimeter (3,38 Lin.) beträgt. Das eine Lineal ist in 240 gleiche Theile abgetheilt, welche man Grade nennt;

der Nullpunct der Eintheilung ist an das weitere Ende hingesetzt. Gewöhnlich theilt man das Instrument in zwei, um es tragbarer zu machen, so daß man auf der nämlichen Platte zwei convergirende Fugen erhält, deren eine als Fortsetzung der andern zu betrachten ist (S. Taf. II. Fig. 1.).

CC′C″C‴, Messingplatte.

DD′, Fuge, durch die beiden Lineale EE′, FF′ gebildet.

GG′, andre Fuge, Fortsetzung der ersten, durch die beiden Lineale FF′, HH′ gebildet.

I, kleiner Thoncylinder, welcher in die Fuge DD′ eintritt.

L′, Fig. 2., kleiner Tiegel oder Gehäuse, von sehr feuerfester irdener Masse, um den Thoncylinder zu calciniren.

Zur Vergleichbarkeit dieses Instruments ist erforderlich, daß die kleinen Cylinder immer von demselben Thon gebildet werden, und daß dieser Thon durchaus unschmelzbar sey.

Will man z. B. die Temperatur kennen lernen, bei welcher das Kupfer schmilzt, so lege man einen dieser Cylinder zugleich mit dem Kupfer in den Tiegel; und ziehe ihn, so wie das Metall geschmolzen ist, sogleich wieder heraus; lasse ihn erkalten; und sehe zu, bis zu welchem Grade er dann in der Fuge vorzuschreiten vermag. Man wird finden, daß er bis 27° geht. Wenn die Substanz von der Art ist, daß sie verglast und sich am Cylinder anhängt, so muß man ihn zuvor in ein Futteral von Tiegelerde stecken z).

---

1) Wedgwood hatte sich anfangs zu Bildung seiner Cylinder weißer Thonerde von Cornwallis bedient, welche nach ihm aus 2 Theilen Kieselerde und 3 Theilen Alaunerde zusammengesetzt ist (Diese Analyse ist nicht genau, denn alle Thonerden enthalten viel mehr Kieselerde als Alaunerde). Später jedoch hat er gefunden, daß es erforderlich sey, zur Hälfte des Gewichts reine, durch künstliche Potasche aus dem Alaun niedergeschlagene, und mit kochendem W. gewaschene, Thonerde zuzusetzen. Man verschaffe sich also weiße Thonerde von Cornwallis, rühre sie in W.; lasse sie einen Augenblick stehen, um die fremden Stoffe sich zu Boden setzen zu lassen; gieße alsdann die Flüssigkeit mit der schwebend darin enthaltenen Thonerde ab, indem man sie durch ein ganz feines seidenes Haarsieb laufen läßt. Der Thon wird sich allmälig niederschlagen; man gießt das klar gewordene W. ab, trocknet ihn, mischt ihn darauf mit der Hälfte seines Gewichts reiner Alaunerde; rührt das Ganze in 2 Fünftheilen seines Gewichts Wassers ein; knetet den so erhaltenen Teig mit der größten Sorgfalt, und läßt ihn mittelst eines leichten Drucks durch Löcher hindurchgehen, wodurch man dann lange Stäbe erhält, die sich in Stücke von erforderlicher Länge zerschneiden lassen. Die Form dieser Löcher wird genau mit der eines Segments, welches man von einem solchen cylindrischen Stabe abgeschnitten hat, übereinkommen, und ihr Durchmesser ungefähr 13,15 Millim. (5,83 Lin.) (der Erfinder bestimmt nichts darüber) betragen, oder vielmehr so beschaffen seyn müssen, daß der Durchmesser jedes Stücks nach dem Trocknen 12,7 Millim. (5,62 Lin.) beträgt. Sämmtliche Stücke hat man bei der Wärme des kochenden Wassers zu trocknen; und dann

Der Nullpunct dieses Pyrometers entspricht 580°,55 C. (464,44° R°); und jeder seiner Grade ist gleich 72,22° C (57,77° R) nach Wedgwood; zufolge dessen aber, was wir oben über die Ausdehnung der festen Körper gesagt haben, erhellt offenbar, daß der Gang dieses Thermometers dem der Wärme nicht proportional ist (42) und daß dieß auch von allen andern Pyrometern gilt.

Man mißt das Schwinden, welches der Thon bei einer hohen T. erfährt, gewöhnlich dem Verlust eines Antheils W. bei. Diese Ansicht ist für niedrige Temperaturen gegründet; irrig aber für solche, welche 90° des Pyrometers übersteigen, wie sich Theodor von Saussure durch nachstehenden Versuch überzeugt hat: ein Pyrometercylinder, welcher vor der Erhitzung 1,72 Grammen wog, hatte bei 29° 132 Milligrammen verloren; von hier an aber bis zum 170sten Grad verlor er nichts mehr, obwohl sich sein Volumen um mehr als das Viertheil verkleinerte. Das Schwinden des Thons kann hier somit offenbar nur von einem innigern Zusammentreten seiner Bestandtheile herrühren.

46. — Thermometer aus tropfbaren Flüssigkeiten. — Mehrere tropfbare Flüssigkeiten können zu Verfertigung von Thermometern dienen; den Vorzug unter ihnen aber verdient das Quecksilber: 1) kocht es erst bei einer höhern T. als alle andern Flüssigkeiten; 2) ist es empfindlicher gegen die Wirkung der Wärme, sowohl seines Leitungsvermögens als seiner geringen Capacität für den Wärmest. halber. Allerdings ist seine Ausdehnung nicht gleichförmig, eben so wenig als die der festen und übrigen tropfbarflüssigen Körper; sie wird es jedoch zwischen dem Siedpuncte des Wassers und dem 36sten Grade unter Null, wenn das Quecksilber in Glaswände eingeschlossen ist, weil die Verbindung des Gesetzes, nach welchem sich das Glas ausdehnt, mit dem, welches die Ausdehnung des Metalls befolgt, für diesen Umfang der Thermometerscale eine genaue Compensation zuwege bringt, die sich selbst fast ganz noch über 100° hinaus fort erhält.

Wenn man ein Flüssigkeitsthermometer verfertigen will, muß man zuvörderst eine capillare Röhre, d. i. eine solche von sehr kleinem

---

zu prüfen, ob sie wirklich dem Nullpunct am Maßstabe entsprechen. Sollten sie selbst zwei bis drei Grad weit hineintreten, so könnte man sie doch als brauchbar ansehen, nur müßte man diese Zahl auf dem einen Ende des Stücks anmerken, um sie auf die beobachtete Temperatur beziehen zu können. In allen Fällen wird es zweckmäßig seyn, sie in einem Ofen bis zur anfangenden Rothglühhitze zu brennen. Sie nehmen hiedurch eine hinreichende Härte an, um dann plötzlich einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt werden zu können, ohne Risse zu erfahren (S. die Beschreibung des Pyrometers, Philos. Transact. LXXII, LXXIV, und LXXVI).

Durchmesser auswählen. Diese muß so viel als möglich genau cylindrisch seyn, damit, wenn sie der Länge nach gleich abgetheilt wird, jede Abtheilung die nämliche Capacität erhalte. Offenbar wird sie so beschaffen seyn, wenn eine kleine, in ihr Innres gebrachte, Queckſilbersäule allenthalben die nämliche Länge einnimmt, wenn man sie successiv mittelst einer leichten Neigung der Röhre, an alle Puncte derselben gleiten läßt [1]). Wenn es nicht möglich ist, sich eine genau cylindrische Röhre zu verschaffen, wie manchmal der Fall ist, so muß man sich einer solchen bedienen, die ihr am nächsten kommt, und sie durch das, von Gay-Lussac herrührende, Verfahren in Abtheilungen von gleicher Capacität theilen. Zu diesem Zweck bringt man in die Röhre (Taf. II. Fig. 4.) eine kleine Queckſilbersäule CC', läßt diese nach einem der Enden A hingleiten und markirt mit einem Diamanten auf der Röhre zwei Striche 1 und 2, um die Länge der Säule zu bezeichnen. Um eine zweite Länge von der nämlichen Capacität zu erhalten, scheint sich als das nächste Mittel darzubieten, das Queckſilber so weit gleiten zu lassen, daß sein Ende C' genau am Strich 2 zu stehen kommt; allein dieß Mittel läßt sich so schwer in Ausführung bringen, daß man sich bald genöthigt sieht, davon abzugehen. Leicht und sicher aber erreicht man den nämlichen Zweck dadurch, daß man das Ende C' der Queckſilbersäule über den Strich 2 hinaus, doch nur auf ganz geringe Weite davon, gleiten läßt, z. B. bis D'; worauf, wenn man die Länge dieser neuen Säule mit dem Zirkel nimmt, und mit dieser Oeffnung die eine seiner Spitzen in C einsetzt, die andre irgendwo in D eintreffen, und so einen Zwischenraum CD' abmarken wird, dessen Capacität der des Zwischenraums CC' ohne merklichen Irrthum gleich gesetzt werden kann: wir sagen ohne merklichen Irrthum; weil nämlich der Zwischenraum D'C nur sehr klein und die Röhre ohnehin ziemlich cylindrisch ist. Nichts hindert, auf die nämliche Weise auch noch einen dritten, einen vierten Zwischenraum zu bestimmen, und so die Röhre in eine gewisse Zahl Abtheilungen von gleicher Capacität zu theilen. Diese Abtheilungen wird man einander nach Willkühr genähert einrichten können, weil ihre Zahl von der Länge abhängt, die man der eingebrachten Queckſilbersäule geben will, und man wird daher jeden einzelnen, zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abtheilungen, enthaltenen Abschnitt der Röhre für vollkommen cylindrisch ansehen können. Um nun die Röhre noch vollends abzutheilen, braucht man blos noch jeden Zwischenraum in die nämliche Zahl Theile zu theilen. Diese

---

1) Man bringt die kleine Queckſilbersäule in die Röhre so ein, daß man eins der Enden der Röhre in ein Queckſilberbad taucht, während man das andre mit dem Finger zuhält, und dann die Röhre wegzieht.

neue Eintheilung kann, wenn man will, auf einer Elfenbein- oder Kupferplatte verzeichnet werden. Nachdem man eine gerade Linie auf die Platte gezogen hat, lege man die Röhre genau daran an, markire zuvörderst auf dieser alle Puncte, welche den Abtheilungen der Röhre genau entsprechen, und theile darauf die Zwischenräume dieser Abtheilungen mittelst eines Zirkels in gleiche Theile. Auf solche Weise wird die Thermometerscale verzeichnet; die man alsdann an das Instrument, wenn es fertig ist, zu befestigen hat.

Anstatt die Eintheilungen auf einer Elfenbein- oder Kupferplatte anzugeben, würde es vorzuziehen seyn, sie in Glas zu stechen, was sich jedoch nicht wohl anders, als mit Hülfe einer Eintheilungsmaschine bewerkstelligen läßt. Diese Maschine gewährt überdieß den Vortheil einer sicherern gleichen Eintheilung, als wenn man sich des Zirkels bedient.

Hat man sich so eine Röhre verschafft, die entweder cylindrisch oder in kleine Theile von gleicher Capacität abgetheilt ist, und sie getrocknet, so befestige man um eines ihrer Enden den Hals einer Flasche von Caoutchouc (Gummi elasticum), und setze das andre der Flamme einer Lampe aus, bis das Glas erweicht. Darauf runde man den erweichten Theil mittelst eines kleinen Eisen- oder Kupferstäbchens knopfförmig zu, fahre fort, ihn bis zum Weißglühen zu erhitzen, indem man Sorge trägt, die Röhre langsam zwischen den Fingern zu drehen, ziehe sie darauf aus dem Feuer zurück; halte sie vertical, so daß der erhitzte Theil nach oben gekehrt ist, und drücke nun mit der Hand auf die Caoutchoucflasche. Das Ende der Röhre wird hiedurch zur Kugel angeschwellt. Hat diese nicht die erforderliche Größe, so erweicht man sie mit der Lampe, unter beständigem Drehen der Röhre zwischen den Fingern, und bläst sie noch einmal [1]).

46 bis. Ist dieß geschehen, so erhitze man die Kugel, um einen Theil der darin enthaltenen Luft herauszutreiben, und tauche dann das Ende der Röhre in reines, trocknes und heißes Queckſilber [2]); sogleich steigt dieses in die Höhe, gelangt allmälig bis in die Kugel, und füllt sie zum Theil an, in dem Maße, als sie erkaltet. Diese

---

1) Man darf die Thermometerkugeln nicht mit dem Munde blasen, weil man dadurch Feuchtigkeit hineinbringen würde, die sich sehr schwer wieder daraus verjagen ließe. Auch würde es sehr schwer, wo nicht unmöglich seyn, auf diese Weise eine Kugel am Ende einer sehr dünnen Röhre zu blasen.

2) Das Queckſilber, dessen man sich bedient, muß mit Sorgfalt destillirt, alsdann mit Schwefels. geschüttelt seyn. Durch die Destillation werden Stoffe abgeschieden, welche sich aufgelöst darin finden könnten, und die Schwefels. löst die kleine Quantität Oxyd auf, von dem es oft überzogen ist. Die Säure wird alsdann durch Auswaschen mit vielem W. entfernt, und das Metall getrocknet, erst mittelst Josephpapier, alsdann durch die Wärme.

Operation wiederholt man zwei- bis dreimal, so aber, daß man das Queckſilber jedesmal bis zum Sieden bringt. Es bildet ſich auf dieſe Weiſe Queckſilberdampf, welcher die Luft aus der Kugel und aus der Röhre austreibt, und durch ſeine Verdichtung einen leeren Raum zuwege bringt, mittelſt deſſen die Kugel und die ganze Röhre ſich mit Queckſilber füllen. Iſt dieſer Punct erreicht, ſo bringt man durch eine zweckmäßige Hitze ſo viel Queckſilber zum Ausfließen, daß bei der gewöhnlichen T. nur noch eine gewiſſe Menge, z. B. ungefähr das Drittheil ſeiner Höhe, darin bleibt. Man ſchmilzt darauf das Ende der Röhre an der Lampe, zieht es dünn aus, und verſchließt es hermetiſch (luftdicht), indem man mittelſt eines Löthrohrs einen Feuerſtral in dem Augenblicke darauf richtet, wo das Queckſilber, nachdem man die Kugel abermals der Wirkung des Feuers ausgeſetzt hat, ſich bis zum obern Theil des Inſtruments erhebt [1]).

Die hier angegebene Methode zur Füllung der Thermometerröhren mit Queckſilber iſt ganz zweckmäßig, auch bedient man ſich ihrer bei Verfertigung der gewöhnlichen Thermometer. Jedoch verdient folgendes Verfahren noch den Vorzug, indem es leichter geſtattet, alle kleinen Luftblaſen aus dem Thermometer auszutreiben. Man löthe einen kleinen Trichter an das Ende der Thermometerröhre, und trage zu dieſem Zweck Sorge, vor dem Blaſen der Kugel, die Oeffnung dieſes Endes an der Lampe etwas auszuweiten. Die Röhre wird dadurch eine Geſtalt erhalten, wie ſie Taf. III. Fig. 5. vorgeſtellt iſt. Man lege ſie auf einen leicht gekrümmten Eiſenroſt, der unter einem Winkel von ungefähr 45° gegen den Horizont geneigt, und deſſen unterer Rand erhaben iſt (Fig. 6.); gieße ſo viel Queckſilber als möglich in den Trichter; erhitze den Apparat allmälig mittelſt Kohlen, die man in einen langen Ofen ſchüttet, über welchem ſich der Roſt befindet, und bald wird das Queckſilber bis in die Kugel treten und ſie anfüllen. Von Zeit zu Zeit kann man die Röhre aufrichten und ſchütteln, um das Eintreten des Metalls zu erleichtern. In allen Fällen muß man ſie zuletzt hinreichend erhitzen, um das Queckſilber zum Sieden zu bringen, und es ſelbſt einige Zeit darin erhalten, um ſicher zu ſeyn, daß alle Luftbläschen vollkommen verjagt ſind. Dieß leicht und

---

1) Man läßt die Röhre nicht voll Queckſilber, weil das Thermometer ſonſt die Grade über dem Siedpunct des Waſſers nicht anzuzeigen vermöchte; und man verſchließt ſie erſt im Augenblick, wo das Queckſilber durch die Wärme bis zum Ende der Röhre hinaufgetrieben worden iſt, damit keine Luft darin zurückbleibe. Bliebe ſolche zurück, ſo würde das Thermometer bei einer hohen T. zerbrechen können; weil die Luft dann ſtark zuſammengedrückt werden würde; überdieß könnte ſie durch Vermiſchung mit dem Queckſilber eine Unterbrechung der Säule, welche das Queckſilber bildet, zuwege bringen.

ohne Nachtheil zu bewerkstelligen, gestattet der Trichter, der dann nur noch wenig Queckſilber enthält und das, was durch die Hitze zum Ueberfließen gebracht wird, aufzunehmen und, wenn es nöthig iſt, wieder eintreten zu laſſen vermag. Zuletzt feilt man die Röhre mit einer guten Feile unter dem Trichter durch und verfährt, wie oben.

Zur Vollendung des Thermometers iſt nun blos noch erforderlich, die Röhre zu graduiren. Hiebei bedient man ſich verſchiedener Gradeintheilungen. Wir werden hier ſpeciell nur von der Gradeintheilung des Centeſimal-Thermometers ſprechen, weil man ſich danach leicht eine Vorſtellung von den übrigen machen kann, und wir überdieß blos dieſe Art Thermometer in Gebrauch ziehen werden. Man taucht zuerſt die Kugel und den Theil der Röhre, welcher Queckſilber enthält, in ſchmelzendes Eis; läßt ſie einige Zeit oder vielmehr ſo lange darin, bis das Queckſilber bei einem Puncte ſtehen geblieben iſt, welchen man mit Siegellack markirt; zieht ſie dann aus dem Eiſe zurück, und ſetzt ſie dem Dampfe kochenden deſtillirten Waſſers unter einem Druck von 76 Centimetern (Luftdruck von 28 Zoll Barometerhöhe) aus. Zu dieſem Zweck ſchüttet man einige Centimeter deſtillirtes W. in ein recht reines Gefäß von Zinn oder Weißblech, deſſen Wände um 8 bis 10 Centimeter (3 bis 4 Zoll) höher als das Thermometer ſind. Dieß Gefäß iſt mit einem Deckel verſehn, welcher mit zwei Löchern durchbohrt iſt, von denen eins die Beſtimmung hat, den obern Theil der Röhre hindurchgehen zu laſſen, das andre dazu dient, dem Waſſerdampf Ausgang zu verſtatten. Iſt nun der Barometerſtand 76 Centimeter, ſo bringt man das Thermometer in dieß Gefäß ſo ein, daß der Punct der Röhre, wo man vermuthet, daß das Queckſilber ſtehen bleiben wird, etwas über den Deckel hervor tritt; man ſetzt das Gefäß über das Feuer und bringt das W. zum Sieden. Das mit Waſſerdämpfen umgebene Queckſilber ſteigt allmälig in der Röhre und bleibt bei einem Puncte ſtehen, welchen man mit Siegellack markirt, wie den, welcher dem ſchmelzenden Eiſe entſpricht. Es leuchtet ein, daß dieſe beiden Puncte, an welchem Orte ſie auch beſtimmt ſeyn mögen, immer die nämlichen bleiben werden, weil einerſeits das Eis allenthalben bei der nämlichen T. ſchmilzt, andrerſeits der Dampf von kochendem deſt. W. ſich unter dem nämlichen Druck auch allenthalben auf dem nämlichen Wärmegrade befindet [1]). Hat man auf

---

1) Die Luft drückt auf alle Körper, und der Stand des Queckſilbers im Barometer giebt den Grad ihres Drucks an. Man ſtellt den angeführten Verſuch deßhalb bei dem beſtimmten Druck von 76 Centim. an, weil, wie man weiterhin (49) ſehen wird, das W. um ſo mehr Wärmeſtoff erfordert,

solche Art diese beiden festen Puncte erhalten, so theilt man den, sie trennenden, Zwischenraum in 100 Theile von gleicher Capacität ab, und setzt dieselbe Gradeintheilung auch noch oberhalb und unterhalb dieses Zwischenraums fort. Jeder Theil erhält den Namen eines Grades; der Punct, welcher dem schmelzenden Eise entspricht, ist der Nullpunct (Eispunct, Frostpunct) des Thermometers, und mithin der, welcher dem siedenden Wasser entspricht, der hundertste Grad desselben. Die Grade unter Null werden durch das Zeichen —, die über Null durch + angezeigt. (Steht kein Zeichen vor, so sind Grade über 0 gemeint.)

Alle Grade werden die nämliche Länge haben, wenn die Röhre ihrem innern Durchmesser nach vollkommen cylindrisch ist, eine verschiedene aber, wenn dieß nicht der Fall ist. Jedenfalls lassen sie sich leicht auf einer Kupfer- oder Elfenbeinplatte angeben, wie oben gezeigt wurde (46). Gesetzt die Röhre sey cylindrisch, so wird die, auf der Platte gezogene, Linie in gleiche Theile getheilt werden müssen, und 100 dieser Theile werden die nämliche Länge einnehmen, als der, zwischen den beiden festen Puncten enthaltene, Raum. Findet das Gegentheil Statt, so braucht man nur eine gewisse Anzahl von den Abtheilungen der Röhre, die zuvor auf der Platte selbst markirt wurden (46), für Einen Grad zu nehmen. Sind z. B. solcher Abtheilungen 300 zwischen den beiden festen Puncten enthalten, so nehme man ihrer drei auf jeden Grad des Thermometers.

Die Grade werden eine um so beträchtlichere Länge erhalten, je größer die Capicität der Kugel und je geringer im Verhältniß dagegen die der Röhre ist, oder je mehr sich letztre einer capillaren nähert.

---

um ins Sieden zu kommen, einem je beträchtlichern Druck es ausgesetzt ist. Es folgt hieraus, daß die untern Schichten Wasser minder leicht kochen müssen, als die obern, weil sie nicht allein den Druck der Atmosphäre zu tragen haben, sondern auch den der Schichten, unter welchen sie sich befinden. Deßhalb darf man den zweiten festen Punct nicht auf solche Art bestimmen, daß man das Thermometer in das kochende W. taucht, oder wenigstens, wenn man so verfahren wollte, dürfte man nur die Kugel hinein tauchen. Eben deßhalb wurde auch anempfohlen, nur einige Centimeter W. in das Gefäß, in welchem der Dampf sich bilden soll, zu bringen; denn da dieser Dampf immer von der nämlichen T. ist, als die Wasserschichten, von welchen er herkommt, so folgt, daß, wenn diese Schichten vervielfältigt würden, der sich an der Oberfläche bildende Dampf von merklich geringerer Wärme seyn würde, als der am Boden erzeugte.

Noch eine wesentliche Bemerkung darf nicht aus der Acht gelassen werden: das Gefäß, in welchem das Wasser enthalten ist, muß recht reinlich seyn; enthielte es irgends pulverige Stoffe, wie Sand, zerstoßenes Glas, Eisenfeile, so würde das Wasser vermöge der Spitzen, welche sich in diesen Pulvertheilchen befinden, bei einem merklich niedrigeren Grade ins Kochen gerathen.

Die Capacität der Kugel darf daher nicht zu groß im Verhältniß zu der der Röhre seyn, wenn man vom Thermometer für eine große Menge Grade Anzeigen erhalten will; man muß es so einrichten, daß sich der Nullpunct in größerm oder geringerm Abstande von der Kugel befindet, je nachdem man mehr oder weniger Grade unter oder über Null haben will.

Bald giebt man den Thermometern kugelförmige Reservoirs; bald auch cylindrische. Letztre befördern einigermaßen die Empfindlichkeit des Instruments, weil sie mehr Oberfläche darbieten. Soll das Reservoir groß seyn, so bläst man es besonders und löthet es an die Thermometerröhre, weil das Glas zu sehr verdünnt werden würde, wenn man es am Ende von letztrer blasen wollte (S. Taf. II. Fig. 3.) zwei Thermometer, eins mit cylindrischem, das andre mit kugelförmigem Reservoir.

Hat man sich einmal ein Thermometer auf die hier beschriebene Art verschafft, so ist es dann leicht, hienach so viel Queckſilberthermometer als man will, zu verfertigen. Man braucht blos eine Capillarröhre zu nehmen, wobei man jedoch eine möglichst cylindrische auszusuchen hat, eine Kugel an ihrem Ende zu blasen, sie genau mit Queckſilber zu füllen, wie (46, bis) beschrieben wurde, die festen Puncte des schmelzenden Eises und kochenden Wassers nach oben angezeigter Art daran auszumitteln, und dann noch mehrere andre Grade durch Vergleichung mit dem Musterthermometer zu bestimmen, indem man die Röhre zugleich mit diesem in ein Gefäß mit W. taucht, welches man successiv auf verschiedene Temperaturen bringt. Endlich vollende man die Eintheilung, indem man die Zwischenräume, die sich zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Puncten befinden, als cylindrisch betrachtet. Gesetzt, einer dieser Puncte entspreche dem zehnten, der andre dem funfzehnten Grade, so theile man den Zwischenraum in fünf Theile ab. Das nämliche Verfahren dient auch, die Grade sowohl unter Null als über dem Siedpuncte des Wassers zu erhalten; nur wird man zu Bestimmung der erstern, Flüssigkeiten anzuwenden haben, welche wie der Alkohol nicht gefrierbar sind, und die man durch kaltmachende Mischungen auf tiefere Temperaturen bringt; und zu Bestimmung der zweiten solche, welche erst weit über 100° sieden, z. B. Queckſilber.

Leicht kann man sich auch durch dieß Verfahren Weingeistthermometer verschaffen. Diese Art Thermometer sind eben so richtig, als die Queckſilberthermometer, da ihr Gang ja nach diesen regulirt und mithin der nämliche ist; allein ihre Empfindlichkeit ist nicht groß. Man bedient sich ihrer hauptsächlich zur Messung tiefer Temperaturen, namentlich solcher, welche sich dem 40sten Grade unter Null (bei wel-

chem das Queckſilber gefriert) nähern, oder noch tiefer herabgehn. Uebrigens eignen ſie ſich nicht zu Anzeigen von Wärmegraden, die 78 bis 79° ſehr überſteigen; weil der Weingeiſt bei dieſem Grade unter dem gewöhnlichen Druck kocht, und dann in der Röhre nur noch durch den Druck zurückgehalten wird, den die Wände derſelben dem Alkoholdunſt entgegenſetzen.

Außer dem hunderttheiligen Thermometer, auf das wir unſre Angaben ausſchließlich beziehen werden, und welches das nämliche iſt, deſſen ſich Celſius bediente, ſind noch drei andre in ziemlich allgemeinem Gebrauch: das Reaumurſche oder Delucſche in Frankreich, Italien, Spanien, Deutſchland; das Fahrenheitſche in England und das Delisleſche in Rußland. Dieſe Thermometer unterſcheiden ſich vom hunderttheiligen nur hinſichtlich der feſten Puncte, von denen man bei ihrer Verfertigung ausgegangen iſt, und hinſichtlich des Werthes, den die Grade ihrer Scale haben.

Das Reaumurſche Thermometer hat die nämlichen feſten Puncte, als das hunderttheilige, d. h. den Froſtpunct und den Siedpunct des Waſſers. Den Zwiſchenraum zwiſchen dieſen beiden Puncten theilt man in 80°. Der Nullpunct entſpricht dem ſchmelzenden Eiſe.

Das Fahrenheitſche Thermometer hat zu feſten Puncten den Siedpunct des Waſſers und den Kältegrad, der durch eine Vermiſchung von Kochſalz und Schnee hervorgebracht wird. Der Zwiſchenraum zwiſchen dieſen beiden Puncten iſt in 212° abgetheilt. Der Nullpunct entſpricht dem Kältegrade, den die kaltmachende Miſchung zuwege bringt, und der 32ſte Grad dem Nullpunct des hunderttheiligen oder Reaumurſchen Thermometers.

Das Delisleſche Thermometer hat nur Einen feſten Punct, den der Siedhitze des Waſſers nämlich; welcher als Nullpunct angeſehen wird. Jeder Grad unter dieſem Puncte iſt ein 0,0001 (ein Zehntauſendtheil) von dem Innenraum der Kugel und Röhre bis zu der Stelle wo der Nullpunct verzeichnet iſt. Der 50ſte Grad der abſteigenden Scale dieſes Thermometers entſpricht dem Nullpunct des hunderttheiligen. Es iſt immer ein Queckſilberthermometer.

Es erhellt hienach, daß 5 Grad des hunderttheiligen Thermometers 4 Graden des Reaumurſchen, 9° des Fahrenheitſchen und $7°\frac{1}{2}$ des Delisleſchen gleich kommen.

In den Annales de Chim. et de Phys. (t. III. p. 9.) hat Gay-Luſſac auch ein Thermometer beſchrieben, welches ſich eignet, Minima oder Maxima der Temperatur anzuzeigen, und zur Beſtimmung der T. der Seen und Meere in großen Tiefen dienen kann.

Zufolge der neuern Beobachtungen von Bellani de Monza ſcheint ſich der Nullpunct aller Queckſilberthermometer, wenn er un-

mittelbar nach ihrer Verfertigung auf der Röhre verzeichnet wird, im Verlauf einer gewissen Zeit um ein Merkliches zu erhöhen: eine Erhöhung, die manchmal 1° ja mehr betragen kann. Der genannte Beobachter mißt sie einer langsam fortschreitenden Verkleinerung des Reservoirs bei, ohne jedoch eine Ursache davon anzugeben. Flauguergues, erwägend, daß einerseits ein leerer Raum über dem Quecksilber in der Thermometerröhre vorhanden, andrerseits das Glas der Kugel dünn und elastisch ist, sucht den Grund der obigen Erscheinung darin, daß letztres bis zu einem gewissen Grade dem Luftdruck nachgiebt. Auch hat man gefunden, daß die Weingeistthermometer, deren anscheinend leerer Raum eigentlich mit Dampf von ziemlicher Dichtigkeit gefüllt ist, dieser Veränderung des Nullpuncts nicht unterworfen sind.

Flauguergues schlägt deßhalb vor, die Röhre der Quecksilberthermometer offen zu lassen, und blos das Ende derselben mit einer Kugel von Baumwolle zu verschließen. Würde diese aber wohl vermögend seyn, das Quecksilber vor Feuchtigkeit, Staub und jeder Oxydation zu schützen? dieß ließe sich wohl nicht erwarten.

Jedenfalls macht der angegebene Umstand nöthig, die Gradeintheilung der hermetisch verschlossenen Thermometer von Zeit zu Zeit zu prüfen, entweder durch Einsenken in schmelzendes Eis oder Eintauchen in kochendes Wasser. (Ann. de Chim. et Physique. t. XXI. p. 330).

47. Lufttthermometer. Da alle Gasarten sich gleich und auf gleichförmige Weise durch die Wärme ausdehnen, so würde ein Gasthermometer, z. B. ein Thermometer mit atmosphärischer Luft, unter allen Thermometern den Vorzug verdienen, wenn der, dem Fluidum von Außen entgegengesetze, Druck, der seine Ausdehnung beschränkt, immer der nämliche bleiben könnte. Denn was den Einfluß, den die Ausdehnung der Glashülle hätte, betrifft, so ließe er sich wegen seiner Geringfügigkeit vernachlässigen. Leider aber ist diese Beständigkeit des Drucks eine bis jetzt noch unerfüllbare Bedingung. Leslie ist dieser Schwierigkeit allerdings bei seinem Differentialthermometer ausgewichen; allein man erhält durch diese sehr sinnreiche Erfindung nur die Anzeige von Unterschieden in der Temperatur, wie sich durch folgende Beschreibung ergeben wird.

Zu seiner Verfertigung nimmt man zwei Röhren, von etwas größerm Durchmesser, als zu den gewöhnlichen Thermometern gebraucht werden. Ihre Länge kann ungleich seyn. An das Ende jeder derselben bläßt man eine Kugel von 10 bis 12 Millimetern (5 bis 6 Lin.) im Durchmesser; bringt in die eine eine kleine Quantität Schwe-

felsäure, welche mit Karmin roth gefärbt ist, vereinigt die beiden Röhren durch Zusammenschmelzen an der Flamme einer Lampe in eine einzige, krümmt sie dann in Gestalt eines lateinischen U; befestigt sie auf einem Träger und fügt längs des Schenkels, dessen Kugel leer ist, eine Scale an, deren Gradeintheilung wir weiter unten kennen lehren werden. (S. Taf. II. Fig. 5). F bezeichnet den Stand der Flüssigkeit in der Kugel A und E denselben in der Röhre BC. Die Dimensionen dieses Thermometers lassen sich verschieden einrichten. Den Kugeln giebt man 10 bis 12 Millimeter im Durchmesser und regulirt ihren Abstand (beim Beugen der Röhre) auf ungefähr 6 bis 8 Centimeter (2 bis 3 Zoll) von einander. Die beiden Schenkel AD und BC können 8 bis 16 Centimeter (3 bis 6 Zoll) Höhe haben; das Caliber der Röhre BC, an welcher die Scale befestigt ist, muß genau von ungefähr einem halben Millimeter seyn. Der Kugel A giebt man in allen Fällen den Namen der Focalkugel, weil sie bei den Versuchen immer die wärmere Stelle einnimmt.

Setzt man beide Kugeln der nämlichen T. aus, so wird die tropfbare Flüssigkeit gleich stark von beiden Seiten gedrückt, und ändert daher ihren Stand nicht; erhitzt man aber die Kugel A, so steigt die Fl. in der Röhre BC bis zu einer Höhe, welche dem Ueberschuß der Elasticität der Luft dieser Kugel über die der Kugel B proportional ist. Dieß Thermometer giebt somit die Temperaturdifferenz der beiden Räume an, welche einerseits von der Kugel A, andrerseits von der Kugel B eingenommen werden; daher der Name Differentialthermometer, den ihm Leslie gegeben hat. Die Graduirung desselben läßt sich auf sehr einfache Weise bewerkstelligen: man setzt die beiden Kugeln des Thermometers der nämlichen T. aus und merkt den Punct an, wo in diesem Falle das Ende der Flüssigkeitssäule in der Röhre BC stehen bleibt: derselbe ist der Nullpunct. Dann setzt man zu gleicher Zeit die Kugel A einer gewissen Anzahl Grade über Null, z. B. 10°, und die Kugel B null Grad aus, welches sich leicht dadurch bewerkstelligen läßt, daß man das Instrument in ein Zimmer von 10° setzt, einen Schirm zwischen beiden Kugeln anbringt und die Kugel B mit Eis oder Schnee umgiebt. Dieß hat zur Folge, daß die Fl. in der Röhre BC aufsteigt und bei einem Puncte stehen bleibt, den man gleich dem ersten markirt; worauf man den, zwischen diesem und null Grad enthaltenen, Raum in 100 Theile theilt. Die Grade unter Null verschafft man sich durch ein umgekehrtes Verfahren, indem man die Kugel B einer gewissen T. über null Grad aussetzt und die Kugel A mit Eis umgiebt.

Der Gang dieses Instruments ist leicht zu deuten. Wenn sich die Fl. bei null Grad befindet, so ist die Luft in beiden Kugeln auf der

nämlichen T. Das Aufsteigen der Fl. über null Grad zeigt an, daß die Luft der Kugel A wärmer ist, als die der Kugel B. Ihr Sinken unter null Grad läßt das Gegentheil erkennen. Zehn Grad dieses Thermometers kommen Einem Grade des hunderttheiligen gleich.

Leslie bezweckte bei der Erfindung seines Differentialthermometers die Schätzung des Wärmestoffs, der von hohlen Spiegeln zurückgeworfen und in einen Punct concentrirt wird; er bemerkt indeß, daß es durch Ueberziehen der Kugel B auch zur Messung jeder andern Art Stralung des Wärmestoffs geschickt gemacht werden kann, z. B. der Quantitäten Wärmestoff, die das Feuer beständig in ein Zimmer ausströmt, indem unter diesen Umständen die überzogene Kugel ungefähr achtmal weniger stralenden Wärmestoff verschlucken wird, als wenn sie blos wäre.

Es ist Leslie sogar geglückt, die Empfindlichkeit seines Instruments so weit zu steigern, um das Vorbeiziehen der Wolken daran spürbar zu machen. Zu diesem Zweck schließt er jede Kugel in eine Kapsel (une cavité) von Kupfer ein; die, in welcher sich die Focalkugel befindet, ist paraboliſch, inwendig polirt, und so eingerichtet, daß man den obern Theil, welcher nur als Deckel dient, beliebig davon abheben kann. Die Kugel muß den Brennpunct des Innenraums einnehmen und viel kleiner, als dieser seyn. Setzt man dieß Instrument bei heiterm Wetter ins Freie in den Schatten und deckt es auf, nachdem es die T. der Luft angenommen hat; so steigt die Fl. augenblicklich; geht aber eine Wolke über dem Beobachter weg, so sinkt sie sogleich: weil nämlich in diesem Fall die Wolke einen Theil Wärmestoff auf die Focalkugel, mittelst der Höhlung, zurückwirft, während im ersten nichts dergleichen Statt hat. Die Wolke vertritt gewissermaßen die Stelle des Deckels und wirkt um so stärker, je minder sie entfernt ist.

Ursachen, von welchen der Aggregatzustand der Körper abhängt.

47 bis. Die Körper sind bald in festem, bald in tropfbarfl., bald in gasförmigem oder elastischfl. Zustande. Die Bestimmung, welchen von diesen Zuständen sie annehmen sollen, hängt, wie nach den vorigen Erörterungen leicht erhellt, von dem Verhältniß ab, in welchem die Cohäsionskraft ihrer Massentheilchen zu der wechselseitigen Abstoßungskraft, die diesen durch den Wärmestoff eingepflanzt wird, steht; indem die eine dieser Ursachen zur Befestigung, die andre zur Trennung ihres Zusammenhanges wirkt. Wo die Cohäsionskraft über

die Expansivkraft des Wärmestoffs siegt, sind die Körper fest; im umgekehrten Fall tropfbar- oder elastischflüssig; erstres bei schwacher Cohäsion, letztres bei gänzlich aufgehobener. Es folgt hieraus, daß es nur darauf ankäme, successiv die eine oder die andre dieser Kräfte überwiegend zu machen, durch Verstärkung oder Schwächung der einen oder andern; oder auch, was auf das Nämliche herauskommt, den Abstand der Molecule beliebig zu verändern, um alle Körper beliebig aus jedwedem der genannten Zustände in den andern übergehen zu lassen, ja daß man durch immer größere Annäherung der Theilchen die Dichtigkeit der festen Körper dann noch auf beliebige Grade müßte treiben können. Unsre Mittel in diesem Bezug sind jedoch nur beschränkt; indem wir nur einen gewissen Grad Wärme und Kälte u. s. w. hervorzubringen wissen. Es giebt deßhalb feste Körper, die man noch nicht zu schmelzen vermocht hat, tropfbarflüssige, die noch nicht in festen Zustand gebracht zu werden vermochten, und Gasarten, die noch nicht tropfbarfl. gemacht werden konnten. Erst in neuern Zeiten ist Letztres bei einigen, sonst für permanent gehaltenen, Gasarten geglückt, dadurch, daß man sie gleichzeitig einem starken Druck und der Erkältung aussetzte; wohin das Chlor, das Chlororyd, das erste Stickstofforyd, das schwefeligs. Gas, das kohlens. Gas, das Schwefelwasserstoffgas, der Blaustoff, (das Ammoniack), nach Faraday, und das salzs. Gas nach Davy, gehören *) (Phil. Transact. 1823. Ann. de Chimie et de Physique, 1823. t. XXVII. p. 323). Noch neuerlicher hat Bussy selbst das schwefeligs., das Chlor-, das Ammoniack- und das Blaustoffgas durch bloße Kälte unter gewöhnlichem Luftdruck verdichtet. (Ann. de Chim. et de Phys., t. XXVI. p. 63.)

Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck giebt es weit mehr feste, als tropfbarflüssige und gasförmige Körper. Die Zahl der letztern übersteigt unter genannten Umständen wohl kaum 25.

Die Schmelzung und namentlich das Uebergehen in Gaszustand ist immer nur als ein Vorgang zwischen den Massentheilchen, nicht aber zwischen den Bestandtheilen anzusehen. Denn in wiefern diese Vorgänge zwischen den Bestandtheilen selbst vor sich gehen können, indem sie der Wärmestoff auf die dazu erforderlichen Entfernungen von einander bringt, führt er die Zersetzung des Körpers mit sich: jedes Massentheilchen eines Körpers muß daher bei jenen Vorgängen

---

*) S. die einzelnen Artikel. — Perkins will durch mächtigen Druck auch atm. Luft in tropfbare Fl. verwandelt haben, doch ist noch zweifelhaft, ob nicht Wasser dabei im Spiele war (Ed. phil. J. IX. p. 401). Noch nicht geglückt sind bis jetzt die Versuche über Tropfbarmachung von Wasserstoff-, Sauerstoff-, flußborsaurem, flußkieselsaurem-, und Phosphorwasserstoff-Gas.

selbst als ein kleiner, verschiedener Abständen von den andern fähiger, fester Körper angesehen werden.

48. Schmelzung oder Verflüssigung der Körper durch den Wärmestoff. — Die festen Körper schmelzen bei verschiedenen Temperaturen. Das Eis schmilzt bei 0°, das Bley bei 263°, das Zink bei 370° (s. Tabelle über die Schmelzbarkeit der Metalle (131)). Diejenigen, welche gute Leiter des Wärmestoffs sind, gerathen durch ihre ganze Masse fast zu gleicher Zeit in Fluß; z. B. das Bley; diejenigen aber, welche, wie die Butter, der Schwefel u. s. w. schlechte Leiter sind, bieten uns in dieser Hinsicht eine sehr große Verschiedenheit dar.

Manchmal werden die Körper weich, bevor sie schmelzen; oft hingegen gehen sie plötzlich vom festen Zustande zu dem einer vollkommenen Fl. über: die fetten Körper befinden sich im ersten, die (meisten) Metalle im zweiten Falle.

Die meisten Körper nehmen beim Schmelzen an Volumen zu; blos bei einigen verkleinert es sich, wie namentlich beim Eise (39). Vor allen aber bemerkenswerth ist folgende Erscheinung beim Vorgange der Schmelzung. Alle Körper verschlucken während ihrer Schmelzung eine Quantität Wärmestoff, welche für das Thermometer ganz unmerkbar ist, und deßhalb latenter oder verborgener Wärmestoff heißt. Gesetzt ein Körper, der sich auf einer solchen T. befindet, daß jeder Hinzutritt von neuem Wärmestoff eine Schmelzung eines seiner Theile hervorrufen muß, werde der Wirkung des Feuers ausgesetzt. Er wird sich mit viel Wärmestoff verbinden (oder nach dem gewöhnlichen Ausdruck: er wird viel Wärmestoff binden), und dabei schmelzen, ohne daß seine Temperatur merklich erhöht wird. Ein auffallendes Beispiel hiezu ist folgendes: Man nehme einen Kilogramme Eis von null Grad, oder besser Schnee, wegen seiner außerordentlichen Zertheilung; schütte ihn in ein gläsernes Gefäß, welches sich gleichfalls auf 0° befindet, und gieße einen Kilogramme W. von 75° hinzu. Man wird zwei Kilogr. W. von 0° erhalten. Das Eis vermag also beim Schmelzen die ganze Menge Wärmestoff zu verschlucken, welche erforderlich ist, ein dem seinen gleiches Gewicht W. von 0° auf 75° zu erhöhen. Dieß die Ursach, warum das Eis bei eintretendem Thauwetter so lange Zeit braucht, um zu schmelzen.

49. Sieden, oder schneller Uebergang aus dem tropfbarflüssigen in elastischflüssigen Zustand. — Alle Körper, welche bei der gewöhlichen T. tropfbarfl. sind, und selbst mehrere von denen, die es erst bei 100°, 200° werden, wie der Schwefel u. s. w. vermögen bei einem gewissen Wärmegrade zu sieden und den Gaszustand anzunehmen. Setzt man nämlich eine solche Fl., z. B.

Wasser, in einem gläsernen oder irgend andern Gefäße über das Feuer, so wird sie heiß und dehnt sich bald bis zu einem gewissen Grade aus. Alsdann gerathen die Theile der Fl., welche dem Wärmeheerde am nächsten sind, plötzlich in eine sehr starke Expansion, verwandeln sich in Dunst, werden dadurch leichter, als die, welche ihren Zustand noch nicht verändert haben, streichen schnell durch sie hindurch, heben sie in die Höhe und bewirken eine Bewegung, welche man das Sieden oder Kochen nennt. Dieß Sieden tritt immer in dem Augenblicke ein, wo die Spannung des sich bildenden Dunstes der Spannung der atmosphärischen Luft gleich wird, und mithin sie aus der Stelle zu treiben vermag. Mehrere besondere Umstände verdienen beim Sieden eine besondere Betrachtung.

1) Sobald eine Fl. zu sieden beginnt, erhöht sich ihre T. nicht weiter; auf welche Art auch ihr Sieden vor sich gehen mag, gleichviel langsam oder schnell; aller Wärmestoff, den sie noch aufnimmt, wird dazu verwandt, eine größere oder geringere Zahl ihrer Theile in Dunst zu verwandeln, und dabei von diesen Theilen gebunden oder latent gemacht, so daß er nicht weiter auf das Thermometer wirken kann; der sich bildende Dunst ist daher von der nämlichen T. als das siedende Wasser. Dieß läßt sich leicht folgendergestalt nachweisen. Man fülle einen Kolben zur Hälfte mit Wasser, und bringe zwei Thermometer hinein, das eine über das W., das andre in das W. Bringt man nun das W. zum Sieden, so wird der, zuvor mit Luft gefüllte, Innenraum des Kolbens bald ganz und gar mit in Dunst verwandeltem W. angefüllt werden, und es wird sich dann zeigen, daß sich die beiden Thermometer auf dem nämlichen Grade, und zwar ungefähr auf 100° befinden.

2) Die verschiedenen Flüssigkeiten machen beim Sieden oder Uebergange in elastischflüssigen oder Dunst-Zustand verschiedene Mengen von Wärmestoff latent. Immer aber sind diese Mengen sehr bedeutend. Das Wasser z. B. bindet unter dem Druck von 76 Centimetern (28 Zoll Barometerhöhe) 5,30 mal bis 5,50 mal so viel davon, als es bedarf, um von 0° auf 100° zu kommen. Leitet man also 1 Kilogramme Wasserdunst von 100° in 5,30 bis 5,50 Kilogrammen tropfbaren Wassers von 0°, so wird das Resultat 6,30 bis 6,50 Kilogramme Wasser von 100° seyn, vorausgesetzt, daß kein Verlust Statt findet.

Von Wichtigkeit war die Untersuchung, welche Wirkung ein mehr oder minder starker Druck auf die latente Wärme der Dünste zu äußern vermöchte. Southern, Clement und Desormes, Despretz haben sich damit beschäftigt.

In einer Abhandlung, betitelt Theorie der Dampfmaschinen (Théorie des machines à feu), welche Desormes und Cle-

ment der Akademie der Wissenschaften am 16ten und 23sten August 1819 vorgelesen haben, und aus der einer derselben uns nachstehenden Auszug zu liefern die Gefälligkeit gehabt hat, ist dargethan, daß die Quantität Wärme, welche der Dunst beim Tropfbarwerden fahren läßt, für ein gegebenes Gewicht desselben beständig ist, welches auch seine T. und seine Spannkraft seyn mag; und zwar gleich der ist, durch welche ein gleiches Gewicht tropfbaren Wassers um 650° erhöht werden würde.

Dieß Ergebniß ist von höchster Wichtigkeit für die Künste und namentlich für die Einrichtung der Dampfmaschinen.

„Die Versuche von Clement und Desormes wurden auf folgende Weise angestellt: Sie hatten einen großen Dampfkessel, in welchem der Dampf die Expansivkraft von mehrern Atmosphären (d. h. eine Spannkraft, deren Gewalt einem mehrfachen Druck der Atmosphäre das Gleichgewicht hält) anzunehmen vermochte *). Eine Kupferröhre von kleinem Durchmesser leitete den Dampf, wenn man ihm durch Oeffnung eines Hahns den Ausgang verstattete, in einen Zuber, welcher eine Masse von 290 Kilogr. kalten Wassers enthielt. Ein über der dampfleitenden Röhre angebrachtes Manometer gab die Spannung, und ein Thermometer die T. des Dampfes an."

„Bei einem ersten Versuche hatte der Dampf eine Spannung von 4 Atmosphären und eine T. von 152°1. Es wurden 14½ Kil. Dunst in das kalte Wasser übergeleitet; wozu zwei Minuten Zeit hinreichten. Die Temperatur des Wassers betrug vorher 20 Grad und nachher 49¼ Grad."

„Die Wärmequantität vor dem Versuche betrug mithin

290 Kil. von + 20° = 5800 Einheiten.

Nach der Zuleitung des Dunstes ward sie . . . 304½ Kil. von + 49°¼ = 14972 Einheiten.

Mithin sind durch die 14½ Kilogr. hinzugekommen . . . . . 9172 Einheiten.

Durch einen Kil. sonach . . . . . 632 Einheiten.

„Dieß Ergebniß, wie es unmittelbar aus dem Versuche fließt, muß wegen des Wärmeverlusts, der während seiner Dauer Statt gefunden hat, allerdings wohl um etwas vermehrt werden: weil indeß so wenig Zeit darauf hingegangen ist, so glauben Desormes und Clement ein Maximum anzunehmen, wenn sie die Quantität Wärme, welche ein Kilogramme Dunst, um im Dunstzustand zu bleiben,

---

*) Wird nämlich der Dampf durch Einschließen am freien Entweichen verhindert, so vermag er auch über 100 Grad Temperatur, und über die Spannkraft der Atmosphäre gebracht zu werden.

gebunden hält, gleich 650 Einheiten setzen, als Einheit eine solche Quantität gerechnet, welche die T. eines Kilogrammes W. um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erhöhen vermag."

„Der nämliche Versuch, mit der nämlichen Quantität Dunst, dem nämlichen Apparate, am nämlichen Tage, mit einer gleichen Quantität kalten Wassers, kurz unter ganz gleichen Umständen wiederholt, abgerechnet, daß der Dunst andre Spannungen und andre Temperaturen hatte, hat ganz dasselbe Resultat geliefert."

„Lange Zeit vor diesen Versuchen hatten Desormes und Clement schon gefunden, daß kein merklicher Unterschied zwischen der Quantität Wärmestoff Statt fand, welche der Wasserdampf bei sehr niedrigen Temperaturen in der Luft bedurfte, um im Dunstzustande zu verbleiben, und bei der Siedhitze des Wassers."

„Sie schlossen hienach, daß diese Quantität Wärmestoff für alle Temperaturen, selbst für die unter dem Frostpunkte, beständig ist; und da alle Dämpfe in ihren physischen Grundeigenschaften die größte Aehnlichkeit zeigen, so sprechen sie diesen Satz folgendergestalt aus."

„Eine gegebene Masse Dunst, unter Verhältnissen, wo sie den Raum sättigt (constituée jusqu'à la saturation de l'espace), enthält immer die nämliche Quantität Wärmestoff, welches auch ihre Temperatur und Spannkraft seyn mag."

„Wohl zu verstehen ist, daß dieß Gesetz nur auf die verschiedenen Zustände einer und derselben Dunstart Bezug hat, nicht aber für die verschiedenen Dünste in Bezug zu einander gilt; indem jede derselben zum Verbleiben in ihrem Zustande eine eigenthümliche Menge Wärmestoff erfordert."

„Der aufgestellte Grundsatz hat Desormes und Clement zu sehr bemerkenswerthen Folgerungen geführt. Nach ihnen ist der Dunst eine Verbindung von Wärmestoff uud Materie in festen Verhältnissen, deren Spannung und Temperatur sich umgekehrt wie der von ihr eingenommene Raum verhalten."

„Welches Volumen er auch vermöge mechanischer Expansion annehmen, und welche Temperaturerniedrigung die Folge davon seyn mag, er behält seinen elastischen Zustand ohne einen neuen Wärmezuwachs zu empfangen. Eben so, wenn er in einem, für die Wärme undurchdringlichen, Gefäße zusammengedrückt würde, so daß mithin nichts von dem Wärmestoff, den er enthält, verloren gehen könnte, so würde er durch den stärksten Druck nicht tropfbar gemacht zu werden vermögen, weil, wegen unverändert bleibender Menge des zu seinem Dunstzustande erforderlichen Wärmestoffquantums, seine Temperatur sich

in Folge der Volumenverringerung um so viel erhöhen würde, als erforderlich ist, den elastischen Zustand bleibend zu machen."

„Ein anderes, gleichfalls sehr wichtiges, Ergebniß daraus ist folgendes: Die specifische Wärme *) des Dunstes nimmt mit seinem Volumen zu. Desormes und Clement folgern diesen Satz ebenfalls aus dem von ihnen festgestellten Gesetze; sie behaupten auch, daß das W. beim Uebergange zum elastischfl. Zustande eine große Zunahme specifischer Wärme erfährt, und daß dieser Umstand vollkommen hinreicht, die Wärmeverschluckung, welche hiebei Statt finde, zu erklären, ohne daß man nöthig habe, seine Zuflucht zu dem latenten Wärmestoff zu nehmen, den sie als eine unnütze Hypothese ansehen" 1).

„Die wichtigste Anwendung von der Kenntniß der zum Dunstzustande des Wassers erforderlichen Wärmemenge haben Desormes und Clement auf die Theorie der Dampfmaschinen gemacht. Sie haben das Maximum der Wirkung des Dampfes für die gewöhnlichen Umstände seiner Erzeugung berechnet, und dann erörtert, wie jedes System von Maschinen einen verschiedenen Theil dieses Maximums verwirklicht. Ein gewiß sehr erstaunenswerthes Ergebniß ihrer Berechnungen ist, daß die Dampfmaschinen nur erst ein Zwölftheil des Maximums leisten, welches die Theorie angiebt, so daß sich für die Vervollkommnung dieser Maschinen, deren Wirkungen schon jetzt unsre Bewundrung in so hohem Grade auf sich ziehen, noch sehr viel thun läßt. Da indeß dieser Gegenstand ganz in die Mechanik und Physik gehört, so verfolgen wir ihn hier nicht weiter."

Die Versuche von Southern wurden weit früher als die der französischen Physiker angestellt; allein erst im Jahr 1818 in einem Anhange zu einem Werke des Doctor Robinson über die Dampfmaschinen, welches in Frankreich nicht bekannt war, dem Publicum vorgelegt.

---

*) Specifische Wärme oder spec. Wärmestoff nennt man die Menge Wärmestoff, die ein Körper im Vergleiche mit dem gleichen Gewichte der übrigen bedarf, um eine gewisse Temperaturerhöhung zu erlangen. So bedarf das Wasser eine Zuführung von 33 mal so viel Wärmestoff, als das Queckfilber, um seine Temperatur um eben so viel zu erhöhen, und hat mithin 33 mal so viel specif. Wst., oder mit einem andern Ausdruck die 33 fache Wärmecapacität. S. (54.)

1) Wir haben oben, S. 82, erklärt, was die Physiker und Chemiker unter dem Ausdruck latenter Wärmestoff verstehen. Wir suchten eine genaue Bestimmung davon zu geben, damit man sich eine richtige Vorstellung von seiner Bedeutung machen und die bisher allgemein angenommene Ansicht über den latenten Wärmestoff mit der von Desormes und Clement vergleichen könnte.

Desormes und Clement haben geglaubt, der englische Physiker habe mit den ihrigen ganz gleiche Resultate gefunden: jedoch scheint sich keine völlige Uebereinstimmung zu ergeben. Nach Desormes und Clement nämlich erhöht ein Kilogr. Dunst unter jeder Art Druck die nämliche Masse kalten Wassers immer um die nämliche Anzahl Grade; dagen nach Southern der Kilogr. Dunst die nämliche Masse kalten Wassers unter einem stärkern Druck mehr als unter einem geringern erhöhen würde; ein Zuwachs, der blos von der zur Vermehrung des Drucks des Dampfes erforderlichen Wärmequantität herrühren würde, so daß die latente Wärme des Dunstes unter jedem Druck die nämliche bliebe. Gesetzt z. B. ein Kilogramme Dunst gebe bei der T. von 100° und unter dem Druck von 76 Centim., durch 11 Kilogr. Wasser von null Grad geleitet, 12 Kilogr. Wasser von 50°; wiederholt man den Versuch mit einem Kilogramme Dunst unter einem doppelten Druck, so wird man, da die Wärme des Dunstes dann 121°,66 ist, 12 Kilogr. Wasser von 50° + $\frac{21°,66}{12}$ d. i. von 51°,805 erhalten. Betrüge der Druck das Fünffache, so würden die 12 Kilogrammen auf 50° + $\frac{65}{12}$ kommen; weil die T. des Dunstes dann 165° betrüge. Dieß ist Southern's Angabe. Desormes und Clement dagegen nehmen an, daß die Wärme der 12 Kilogrammen W. in allen Fällen nur 50° betragen wird.

Die Resultate von Despretz Versuchen haben sich mit denen von Desormes und Clement in Uebereinstimmung gezeigt; und das nicht blos hinsichtlich des Wasserdampfs, sondern auch hinsichtlich der Dämpfe von Alkohol, Aether und Terpentinöl.

3) Der Druck der Luft oder überhaupt jeder Druck ist von ausnehmendem Einfluß auf den Temperaturgrad, bei welchem die Flüssigkeiten ins Sieden kommen: je geringer der Druck ist, um so niedriger ist der Grad, bei welchem der Eintritt des Siedens Statt findet [1]). Setzt man W. von 40° in einem gläsernen oder sonst andern Gefäße unter den Recipienten der Luftpumpe, und pumpt die Luft aus, so geräth es bald in ein lebhaftes Kochen. Wenn man bei vollkommener Luftleere den Wasserdunst in dem Maße, als er sich bildet, verschlucken läßt, so wird das Sieden selbst bei null Grad Statt haben (62). Verstärkt man den Luftdruck, anstatt ihn zu vermindern,

---

1) Man muß nicht vergessen, daß die Luft schwer ist. Eine Luftsäule ist fähig, einer Queckfilbersäule von der nämlichen Basis und ungefähr 76 Cent. (28 Zoll) Höhe das Gleichgewicht zu halten. Die Luft drückt also auf alle Körper gleich einer Queckfilbersäule von 76 Cent., welche die Oberfläche der Körper zur Basis hätte.

so kocht das W. erst über 100 Grad. Jeder andre gleich starke Druck wird dieselbe Wirkung äußern. Dieß läßt sich auf sehr bemerkenswerthe Weise mittelst des Papinschen Digestors darthun, welcher in einer Art messingenem oder eisernem Cylinder besteht, dessen Deckel durch eine starke Schraube festgehalten wird. Füllt man denselben mit Wasser, und schraubt den Deckel recht fest an, so kann man ihn zum Glühen bringen, ohne daß das W. siedet, weil die zusammendrückende Kraft sehr groß ist; so wie man aber den Druck aufhebt, wird sich das W. plötzlich mit großem Geräusch in Dunst verwandeln. (S. die Beschreibung der Kupfertafeln. Art. Papinscher Digestor.)

Nach Cagniard de Latour sollen die Flüssigkeiten, unter dem Einfluß der Wärme und des Drucks, nur einen sehr kleinen Raum bedürfen, um sich in Dämpfe zu verwandeln. So fand er, daß der Alkohol von 36°, das rektificirte Steinöl von 42° Ar., der Schwefeläther, der Schwefelkohlenstoff, sich vollständig unter einem Volumen verflüchtigen, welches das doppelte des Raums, den sie im tropfbaren Zustande einnehmen, nicht viel überstieg. Er stellte seine Versuche in kleinen sehr dicken Glasröhren an. Die an einem Ende verschlossene Röhre ward zu $\frac{2}{5}$ mit der Fl. angefüllt, am andern mit der Flamme eines Löthrohrs zugeschmolzen und allmälig erhitzt. In einem gewissen Zeitpunct verschwindet die Fl. und die Röhre scheint ganz leer; läßt man sie aber einen Augenblick erkalten, so bildet sich ein sehr dicker Nebel darin und die Fl. kommt wieder zum Vorschein.

Nach neuern, von dem nämlichen Physiker in zweckmäßigen Apparaten angestellten, Versuchen scheint es, daß sich 7 Volumina Aether in 20 Volumina Dunst bei 150° Reaumur, unter dem 37 fachen Druck der Atmosphäre verwandeln, und daß 8 Volumina Schwefelkohlenstoff sich erst bei 220° R. in 20 Vol. Dunst unter dem 78 fachen Druck der Atmosphäre verwandeln. Wir müssen bemerken, daß die Röhren oft mit Explosion zerspringen, welches Vorsicht bei den Versuchen nöthig macht. (Annales de Chimie et de Physique. tom. XXI. p. 127 und 128; tom. XXII. p. 410 und tom. XXIII. p. 267.)

4) Die fremden Körper, welche in den Flüssigkeiten aufgelöst seyn können, sind auch auf deren Siedpunct von Einfluß; indem sie das Sieden solcher Flüssigkeiten, die flüchtiger als sie selbst sind, jederzeit verzögern. So kocht das W., in welchem Salz oder Zucker aufgelöst ist, minder schnell, als das reine W., welches unter dem Druck von 76 Cent. bei 100° zu sieden beginnt.

5) Die Flüssigkeiten geben beim Sieden ein beträchtliches Volumen Dunst her. Man lasse in eine dünnwandige, mit Queckſilber gefüllte, Glasglocke einen Gramme Aether steigen, und gieße allmälig

warmes Wasser darüber; der Aether wird sich, ohne zersetzt zu werden, in Dunst verwandeln, und dadurch den ganzen Innenraum der Glocke (durch Verdrängung des Queckſilbers) ausfüllen; beim Daraufgießen von kaltem W. wird der tropfbarfl. Aether wieder zum Vorschein kommen, und die Glocke sich wieder mit Queckſilber füllen; beim abermaligen Aufgießen von warmen W. wird man wieder den ersten Erfolg sehen.

Gay-Luſſac hat eine sehr einfache Methode angegeben, das Volumen Dampf zu bestimmen, welches die tropfbaren Flüſſigkeiten zu erzeugen vermögen (Taf. IV. Fig. 1.). Nachdem man eine kleine Kugel an das eine Ende einer kleinen Glasröhre geblasen hat, zieht man dieſe Röhre am andern Ende dünn aus, wiegt sie, füllt sie mit Fl. an, wie die Thermometerröhren (46 bis), schmilzt das ausgezogene Ende zu, indem man einen Feuerstral durch das Löthrohr darauf richtet, und wiegt sie von Neuem, wo sich dann nach Abzug des Gewichts der leeren Röhre von dem der vollen, das Gewicht der Fl. und mithin ihr Volumen ergiebt; weil ihre Dichtigkeit übrigens bekannt ist. Darauf bringt man diese Röhre unter eine lange und enge Glocke, welche ungefähr anderthalb Litres faßt, graduirt, mit Queckſilber gefüllt und in ein Queckſilberbad umgestürzt ist, welches seinerseits in einem Becken von Gußmetall enthalten ist. Darauf verschafft man sich einen hohlen Glascylinder, der an beiden Enden offen, und von einem wenigstens anderthalbmal so großen Durchmesser als die Glocke ist. Mit diesem umgiebt man die Glocke so, daß seine untern Ränder ungefähr sechs bis sieben Centimeter tief in das Queckſilber eintauchen. Endlich füllt man den leeren Raum zwischen den innern Wänden des Cylinders und den äußern der Glocke mit W. an, und erhitzt dieses allmälig bis zum Siedgrade, indem man das Becken auf einen Ofen setzt. Das Röhrchen wird bald durch die Expanſivkraft der in ihm enthaltenen Fl. zersprengt: diese verwandelt sich ganz und gar in Dunst, drückt das Queckſilber herab, und nimmt ein Volumen ein, dessen Messung leicht vermöge der Gradeintheilung an der Glocke bewerkstelligt wird.

Gay-Luſſac hat durch dieß Verfahren gefunden, daß unter dem Druck von 76 Centimetern und bei der T. von 100° das Wasser in Dunstgestalt einen 1700 mal so großen Raum einnimmt, als im tropfbarflüſſigen Zustande bei + 4° (Annales de Chimie, tome LXXX. pag. 218).

50. Wir haben angeführt, daß alle Körper beim Schmelzen, so wie beim Uebergang in elaſtiſchfl. Zustand eine gewiſſe Quantität Wärmeſtoff binden oder latent machen. Nicht aber blos unter solchen Umſtänden kommt ihnen diese Eigenschaft zu; sondern überhaupt in jedem

Fall, wo sich ihre Molecule von einander entfernen. Verdünnt man z. B. die Gasarten unter dem Recipienten der Luftpumpe, so erkalten sie um ein Bedeutendes: und man müßte ihnen daher, um sie hiebei auf der nämlichen T. zu erhalten, eine gewisse Menge Wärmestoff zuführen, welche ganz und gar latent gemacht werden würde. Nun nehmen alle Körper, wenn man sie der Wirkung des Feuers aussetzt, an Volumen zu oder verdünnen sich, wofern man sie nicht hinlänglich zusammendrückt; mithin muß ein Theil des Wärmestoffs, den sie empfangen, ohne Wirkung auf das Thermometer seyn: wonach man sagen kann, daß die Körper zwei Theile Wärmestoff enthalten, einen, welcher dient, sie auszudehnen und welcher wirkungslos auf das Thermometer ist, und den andern, der zu ihrer Erwärmung verwandt wird. Nach einigen Physikern würde der erste gewissermaßen dem Raume angehören, und der einzige seyn, der durch Zusammendrückung entbunden werden könnte.

51. Von der Bildung und Spannung der Dämpfe. — Die Flüssigkeiten brauchen nicht zu sieden, um sich in Dämpfe verwandeln zu können. In der That haben alle bei jeder T. ein Streben, in gasförmigen oder elastischfl. Zustand überzugehn; und die so entstandnen Gasarten sind es, welchen man den Namen Dünste oder Dämpfe giebt, um sie von den bleibenden oder permanenten Gasarten (d. h. solchen, welche weder durch Druck noch Temperaturerniedrigung in tropfbaren Zustand gebracht werden können), zu unterscheiden. Vermöge dieses Strebens bildet jede Flüssigkeit, so wie sie in einen leeren Raum gebracht wird, sogleich eine gewisse Quantität Dämpfe. Diese Quantität ist vom Raum, von der Temperatur und der Beschaffenheit der Fl. abhängig. 1) Sie ist dem Raum proportional, so daß ein doppelter Raum zur Bildung einer doppelten Quantität Dämpfe Anlaß giebt; mithin müssen durch Zusammendrücken des Dunstes bis auf ein Viertheil seines Volumens, drei Viertheile davon tropfbar gemacht werden. 2) Sie steigt mit der T., aber in einem stärkern Verhältnisse als diese, woraus folgt, daß mehr Fl. von 0° bis 20° als von 0° bis 10°, und weniger von 0° bis 10° als von 10° bis 20° verdampfen wird. 3) Sie ändert sich je nach der Beschaffenheit der verschiedenen Flüssigkeiten; man beobachtet nämlich, daß die Flüssigkeiten, welche am leichtesten ins Sieden kommen, oder deren Siedpuncte am tiefsten liegen, zwar nicht durchgängig, doch in der Regel, den dichtesten Dampf erzeugen. So ist der Aetherdunst weit dichter als der Wasserdunst und dieser weit dichter, als der Quecksilberdunst: welcher letztre bei gewöhnlicher T. so dünn ist, daß es so zu sagen unmöglich wird, seine Gegenwart darzuthun (S. Biot I. 262). In allen Fällen bildet sich der Dampf nur auf Kosten einer gewissen

Menge Wärmestoff, welcher der tropfbaren Fl. angehört, so daß letztre beim Hergeben des Dampfes erkaltet. Diese Menge ist der Dichtigkeit und der latenten Wärme des sich bildenden Dampfes proportional. Man hat selbst diese Eigenschaft zur Erzeugung einer künstlichen Kälte benutzt (62).

Wir haben bei diesen Erörterungen den Raum für leer angenommen; die Erscheinungen würden sich jedoch noch auf gleiche Weise verhalten, (mit dem einzigen Unterschiede einer langsamern Verdunstung), wenn er voll atmosphärischer oder irgend einer andern Luftart wäre, wofern diese nur keine chemische Wirkung auf die Fl. zu äußern vermöchte. Dieß hat Dalton gezeigt (Biblioth. brit. tom. XX. p. 315); in Uebereinstimmung mit Saussure's früherer und Deluc's späterer Angabe. Der Dampf zeigt sich nämlich von derselben Spannung oder Expansivgewalt, d. h. er äußert den nämlichen Druck auf die ihn einschließenden Gefäßwände, mag die Flüssigkeit, aus der er sich bildet, in einen leeren oder vollen Raum gebracht seyn; was nur insofern möglich ist, als die Quantität verflüchtigter Fl. in beiden Fällen gleich ist. Bei der Nachweisung jenes Satzes kommt es also nur darauf an, die Spannung des Dunstes zu messen, um zu zeigen, daß sie wirklich in beiden Fällen die nämliche ist.

Zu diesem Zweck nehme man einen Ballon mit zwei Tubulaturen; füge an eine derselben zwei Hähne, welche einen kleinen Raum zwischen sich lassen, und stecke durch die andre ein Barometer hindurch (S. Taf. IV. Fig. 2.). Man pumpe den Ballon mittelst einer ledernen Röhre EE′ leer, welche einerseits an den Hahn A, andrerseits an die Luftpumpe gefügt ist, wie noch weiterhin bei Abhandlung der Wiederzusammensetzung des Wassers (287) näher gezeigt werden wird. Alsdann öffne man den Hahn A; fülle den Raum zwischen beiden Hähnen mit W. oder irgend einer andern Fl.; verschließe den Hahn A und öffne den Hahn B; die Fl. wird in den Ballon herabfallen; ein Theil derselben sich plötzlich in Dünste verwandeln und das Quecksilber, welches vermöge des leeren Raums in beiden Schenkeln des Barometers fast gleichen Stand gehabt hatte, im Schenkel CC′ bis zu einer Höhe aufsteigen machen, welche man sorgfältig anmerkt.

Jetzt trockne man den Ballon vollkommen; pumpe ihn abermals leer; fülle ihn mittelst einer ähnlichen Verfahrungsart, als (113) angegeben werden wird, mit trockner Luft; bemerke die Höhe, bis zu welcher das Quecksilber aufsteigt, und bringe dann W. in den Ballon, dabei wie vorhin zu Werke gehend. Man wird sehen, daß nach Verlauf von ungefähr 7 bis 8 Minuten das Quecksilber durch bloßen Druck des Wasserdunstes um eben so viel in die Höhe getrieben werden wird, als da der Ballon leer war.

Gesetzt der Versuch werde bei 11° unternommen. Man wird finden, daß das W., in den leeren Raum gebracht, das Queckſilber um 10 Millimeter zu erheben vermag. Wenn mithin die trockne Luft das Queckſilber bis 744 Millimeter erhebt, ſo wird die nämliche Luft, mit Feuchtigkeit bei der T. von 11° geſättigt, daſſelbe bis 754 Millimeter erheben.

Man kann die Spannung der Flüſſigkeiten *) im leeren Raume durch ein weit einfacheres Verfahren, als das vorige, finden. Zu dieſem Zweck fülle man eine 8 bis 9 Decimeter lange und ungefähr 14 Millimeter dicke Röhre, die an einem Ende verſchloſſen, am andern offen iſt, bis auf einige Millimeter mit Queckſilber; gieße den noch übriggebliebenen Raum vollends mit der Flüſſigkeit voll, deren Spannung man meſſen will; halte die Röhre darauf mit dem Finger zu, kehre ſie um, und laſſe die Fl. zu wiederholten Malen in ihrer ganzen Länge hingleiten, um die kleinen, an ihren Wänden anhängenden, Luftbläschen loszumachen. Alsdann halte man die Röhre vertical mit nach oben gekehrter Oeffnung; die Flüſſigkeit wird aufwärts ſteigen und die Luft mit ſich nehmen, welche ſofort entweicht, wenn man den Finger wegzieht. Man erſetzt dieſe Luft durch eine neue Quantität Fl., kehrt die Röhre abermals um, u. ſ. f. bis ſie ganz von Luft gereinigt iſt. Darauf verſchließt man das offene Ende genau mit dem Finger und taucht es in Queckſilber, ſo daß die Röhre eine verticale Stellung erhält. Man ſieht, welche Höhe das Queckſilber im Barometer hat; zieht von dieſer die ab, bis zu welcher das Queckſilber in der Röhre ſteht, und hat ſo im Unterſchiede das Maß für die Spannung der Fl. In der That wird dieſer Unterſchied nur durch die Eigenſchaft der Flüſſigkeit bedingt, ſich in Dampf zu verwandeln, und durch ihre Expanſivkraft die Queckſilberſäule, welche der Luftdruck im Allgemeinen bis zu 76 Centimeter zu erheben ſtrebt, bis zu einem gewiſſen Puncte herabzudrücken (109).

Daraus aber, daß die Flüſſigkeiten ſich eben ſo wohl in einem mit Gas gefüllten, als in einem leeren Raum zu verflüchtigen vermögen, hat man nothwendig zu ſchließen, daß die Gasarten keinen Druck

---

*) Unter Spannung tropfbarer Flüſſigkeiten verſteht man die Kraft, mit welcher ſie Dünſte auszuſtoßen ſtreben. Dieſe Spannung iſt in einem, von ihren Dünſten geſättigten, Raume der Spannung dieſer Dünſte ſelbſt gleich; denn wäre die Spannung der Flüſſigkeit ſtärker als die der gegen ſie drückenden Dünſte, ſo würde ſie fortfahren Dünſte auszuſtoßen, durch Ueberwindung des Gegendrucks, und der Sättigungsgrad wäre alſo noch nicht erreicht; wäre ſie ſchwächer; ſo würden die Dünſte ſich in die Flüſſigkeit einſenken und von ihr verdichtet werden. Kennt man alſo die Spannung einer tropfbaren Fl., ſo iſt damit zugleich die Kenntniß der Spannung gegeben, welche ihre Dünſte in einem damit bis zur Sättigung erfüllten Raume haben würde.

auf die Dünste, die sie enthalten, äußern; denn ein Dunst, der durch den geringsten Druck tropfbar gemacht werden würde *), vermag in einer Gasart zu bestehen, deren Spannkraft sehr beträchtlich ist. Die atmosphärische Luft und das Wasser mögen uns als Beispiel dienen. Der Wasserdunst, den die Luft bei 18° zu enthalten vermag, erträgt blos eine Quecksilbersäule von 15,35 Millimetern, und würde durch eine nur um etwas größere Säule tropfbar gemacht werden, weil dann das Streben der Molecule zur Vereinigung das Uebergewicht über ihre Expansivkraft erhalten würde; dessenungeachtet vermag die atmosphärische Luft einer Quecksilbersäule von 76 Centimetern das Gleichgewicht zu halten. Man sieht sich somit zu dem bemerkenswerthen Gesetze geführt, daß der Druck einer Gasart, welche es auch seyn mag, in keiner Art auf den Dunst wirkt, den sie enthalten kann. (Ausführlicheres über die Theorie der Dünste findet man in Biots Werke).

Von der Zersetzung der Körper durch den Wärmestoff.

52. Insofern ein Körper aus fixen oder feuerbeständigen Stoffen besteht, läßt er sich durch den Wärmestoff nicht zersetzen; weil es unmöglich fällt, seine Molecule dadurch über die Gränzen ihrer wechselseitigen Anziehung oder ihre Attractionssphäre hinaus von einander zu entfernen; besteht er aber aus Stoffen, von denen die einen fix, die andern flüchtig, oder die alle flüchtig sind, so ist eine solche Zersetzung möglich, wofern nicht, wie häufig der Fall, die Verwandtschaft seiner Molecule sehr stark ist. Beispiel von Zersetzung durch Wärmestoff, Kreide (11 Art. 7). Beispiel nicht erfolgender Zersetzung, Legirung von Gold und Silber. Es ist übrigens einleuchtend, daß alle Körper ohne Unterschied sich durch den Wärmestoff zersetzen lassen würden, wenn man die Hitze auf beliebige Grade zu verstärken vermöchte; indem sich dann ihre Molecule auf beliebige Abstände würden bringen lassen.

Die Zersetzung der Körper durch den Wärmestoff giebt oft zu neuen Verbindungen Anlaß; wie jedesmal, wenn sich durch wechselseitige Einwirkung der Grundbestandtheile auf einander flüchtige Zusammensetzungen zu bilden vermögen, und die T. nicht zu hoch ist, um ihr Entstehen zu verhindern.

---

*) D. i. ein Dunst, der den Raum, in dem er enthalten ist, bis zur Sättigung erfüllt.

Vom Erkalten der Körper und ihrer Zusammenziehung durch die Kälte.

53. Nach Untersuchung der Erscheinungen, welche die Körper uns darbieten, wenn wir sie der Wirkung des Feuers aussetzen, müssen wir uns mit denen beschäftigen, die sich an ihnen zeigen, wenn wir sie entweder von selbst erkalten lassen, oder in kaltmachende Mittel tauchen. Diese Untersuchung wird, in wie weit sie auf die Chemie von Bezug ist, keine Schwierigkeit haben, da sie eigentlich ganz in Abhängigkeit von der vorigen steht. Wenn man einen Körper, nachdem man ihn der Wirkung des Feuers ausgesetzt hat, erkalten läßt, so wird er zu seinem ersten Zustande zurückkehren, dabei in umgekehrter Ordnung die verschiedenen Erscheinungen durchlaufend, welche ihn das Feuer hatte erfahren lassen, wofern er nur nicht durch dasselbe zersetzt worden war. Hatte er sich schnell erhitzt, so wird er eben so wieder erkalten, Gesetzen zufolge, welche die Physiker entdeckt haben; war seine Ausdehnung beträchtlich und gleichförmig, so wird es seine Zusammenziehung ebenfalls seyn; geschah seine Schmelzung und Verflüchtigung schnell und unter Verschwinden einer großen Menge Wärmestoffs, so wird seine Rückkehr zum tropfbaren und festen Zustand gleichermaßen leicht von Statten gehen, und zwar unter Freiwerden der nämlichen Quantität Wärmestoff als er verschluckt hatte. Man bemerkt jedoch, daß ein Körper nicht immer bei der nämlichen T. aus dem tropfbaren in den festen Zustand übergeht, wo er den festen mit dem tropfbaren vertauscht. Sein Schmelzpunct ist immer der nämliche, sein Frostpunct aber wechselt: bald hat er auf dem Schmelzpunct desselben Statt, bald mehrere Grade tiefer, welches daher rührt, daß die Molecule dann in der tropfbaren Fl. eine andre Anordnung haben, als im festen Körper (269). (S. die Gesetze des Erkaltens, Abhandlung von Dulong und Petit, Ann. de Chim. et de Phys., t. VII. pag. 225).

Anlangend die Art, wie die Kälte auf die Körper wirkt, so ist sie eben so leicht zu begreifen. Die Kälte muß durch ihre Eigenschaft, eine Annäherung der Molecule zu bewirken, die Verbindung der gasförmigen Stoffe und ihren Uebergang in tropfbaren, und aus diesem in festen Zustand begünstigen. In der That ist dieß die Art, wie sie wirkt; allein sie ist beschränkt. Zuvörderst kennen wir keine Gasarten, die sich bei einer niedern T. vereinigen, wenn sie sich nicht schon bei der gewöhnlichen zu verbinden vermögen; und dann ist es fast nur unter Mitwirkung eines beträchtlichen Drucks geglückt, deren durch die Kälte tropfbar zu machen. Allerdings vermögen die meisten tropfbaren Flüssigkeiten durch Kälte in starren Zustand gebracht zu werden, es giebt

ihrer aber auch, die, wie der Aether, der Alkohol, Kältegraden von 50° widerstehen, unter welchen es schwer hält, den Stand des Thermometers zu erniedrigen.

Vom specifischen Wärmestoff.

54. Bis jetzt hat man sich vergebens bemüht, die absolute Menge Wärmestoff zu messen, welche die Körper enthalten: nur die relative Menge Wärmestoff hat man zu bestimmen vermocht, welche sie verschlucken, um unter dem nämlichen Gewicht ihre T. um eine gleiche Anzahl Grade zu erhöhen; und diese relative Menge Wärmestoff ist es, welcher wir den Namen specifischen Wärmestoff oder Wärme geben werden. In derselben Bedeutung werden wir uns auch des Ausdrucks Capacität für den Wärmestoff bedienen, und es wird also gleich gelten, ob wir sagen, dieser Körper hat eine größere Capacität für den Wärmestoff als jener, oder die specifische Wärme des erstern ist größer als die des andern.

Black war es, dem die erste Kenntniß der specifischen Wärme gebührt. Er machte von 1760 bis 1765 die wichtige Entdeckung, daß im Allgemeinen jeder Körper, um von einer Temperatur zu einer andern überzugehen, eine verschiedene Menge Wärmestoff erforderte; eine Entdeckung, die nachher durch Crawford, Dr. Irwin, Wilke, Meyer, Lavoisier, Laplace, Petit und Dulong u. s. w. ihre Bestätigung und weitere Ausdehnung erhalten hat.

55. Specifischer Wärmestoff gleichartiger Stoffe vom nämlichen Aggregatzustand. — Vermengt man mit einander unter dem atmosphärischen Druck zwei Antheile einer und derselben Gasart, die gleich an Gewicht, ungleich von Temperatur (von 20 bis 25°) und mithin von Volumen sind, so erhält man eine Mengung, deren Temperatur stets höher ist, als die mittlere von beiden: woraus folgt, daß die Capacität der Gasarten für den Wärmestoff mit der T. zunimmt, wenn sie sich ausdehnen können (Gay-Lussac, Annales de Chimie, t. LXXXI. pag. 98). Es ist wahrscheinlich, daß, wenn ihr Volumen sich kaum änderte, die Zunahme der Capacität nur in so fern merklich werden würde, als die beiden Antheile der Gasart sich auf sehr verschiedenen Temperaturen befinden. Wenigstens beobachtet man dieß bei Körpern aus demselben Stoff, welche sich in tropfbaren Zustande befinden, und vor Allem bei solchen, die in festem Zustande sind; eine Eigenschaft, die unstreitig daher rührt, daß ihre Ausdehnung schwach ist.

In der That ist die Capacität des Wassers für den Wärmestoff

fast die nämliche von 10° bis 30° als von 30° bis 50°: und wirklich erhält man, wenn man einen Kilogramme W. von + 10° mit einem andern Kilogramme von + 50° vermischt, zwei Kilogrammen von einer nicht merklich von + 30° verschiedenen T. Eben so verhält es sich mit den Capacitäten des Queckſilbers, des Zinks u. s. w. für ähnliche Temperaturunterschiede; dagegen man von 0° bis 100° diese Capacitäten geringer findet, als von 100° bis 200° und namentlich als von 200° bis 300°.

56. Specifischer Wärmestoff gleichartiger Stoffe von verschiedenen Aggregatzuständen. — Da die Capacität eines Körpers für den Wärmestoff nicht bei allen Temperaturen die nämliche ist, und mit ihnen wächst, auch wenn er seinen Aggregatzustand nicht ändert, so muß sie in um so höherm Grade verschieden seyn, wenn er diesen Zustand ändert. Dieß weist folgender Versuch nach.

Wenn man einen Kilogramme W. von 90° und einen Kilogramme Eis von — 10° mengt, so erhält man als Product 2 Kilogr. W. von + 3°. Andrerseits giebt die Mengung von 1 Kilogr. W. von 75° und 1 Kilogr. Eis von 0° zwei Kilogr. tropfbares W. ebenfalls von 0°. Von den 90° des Kilogr. warmen Wassers sind mithin nur 15° dazu verbraucht worden, den Kilogr. Eis von — 10° auf 0°, und die beiden Kilogrammen W. von 0° auf + 3° zu erhöhen. Nun verschlucken diese beiden Kilogr. hiezu so viel Wärmestoff, als ein einziger braucht, um sich um 6° zu erhöhen. Zieht man also 6° von 15° oder 75° + 6° von 90° ab, so wird + 9° als erforderlich, die Temperatur des Eises von — 10° auf 0° bei noch festem Zustande zu erhöhen, übrig bleiben. Hienach würde sich der spec. Wärmestoff des Eises zu dem des Wassers verhalten, wie 9 zu 10. (Kirwan.)

57. Specifischer Wärmestoff verschiedenartiger Stoffe. — Es ist leicht darzuthun, daß alle Körper verschiedener Beschaffenheit verschiedene Quantitäten specifischen Wärmestoffs besitzen; es reicht hin zu diesem Zweck, je zwei und zwei derselben unter gleichem Gewicht und verschiedenen Temperaturen mit einander zu vermengen; denn die Temperatur des erhaltenen Gemenges wird niemals die mittlere zwischen der der beiden gemengten Körper seyn. Man menge einen Kilogr. Queckſilber von 0° und einen Kilogr. W. von 34°; das Resultat werden zwei Kilogr. von 33° seyn. Mithin ist die Quantität Wärmestoff, welche das Wasser um Einen Grad erhöht, fähig, ein gleiches Gewicht Queckſilber um 33° zu erhöhen; welches zeigt, wie groß die Verschiedenheit zwischen den specifischen Wärmen dieser beiden Körper ist.

Von den Verfahrungsarten, durch welche sich die specifische Wärme der Körper ausmitteln läßt.

57 bis. Durch die vorige Methode läßt sich nicht allein darthun, daß die verschiedenen Körper verschiedene Quantitäten specifischen Wärmestoffs enthalten, sondern auch diese Quantitäten für viele derselben vergleichungsweise bestimmen. Hiezu giebt es zwei verschiedene Wege: 1) wenn die Körper nicht chemisch auf das W. wirken, so vermengt man sie mit demselben, wie vorhin das Queckſilber. Man findet ein gewisses Verhältniß zwischen dem specifischen Wärmestoff des W. und dem dieser Körper. Den specifischen Wärmestoff des Wassers drückt man durch die Einheit aus, und bezieht auf diese Einheit den der andern Körper. So verhielt sich im vorigen Beispiel der specifische Wärmest. des Wassers zu dem des Queckſilbers wie 33 zu 1; und wird der des Wassers durch 1 dargestellt, so erhält man für den des Queckſilbers $\frac{1}{33}$ oder 0,03. Der größern Deutlichkeit halber möge noch ein zweites Beispiel hier stehen, welches die Aufgabe allgemeiner löst. Man habe einen Kilogr. eines Körpers A von 50°, und einen Kilogr. W. von 10°; gesetzt die T. des Gemenges aus beiden sey 25°, so folgt, daß 15° für die Erwärmung des Wassers eben so viel thun, als 25° für die des Körpers A (indem nämlich die 25°, um die die T. von A nach der Mengung niedriger geworden ist, das W. um 15° erhöht haben) oder daß die specifische Wärme des W. sich zur specifischen Wärme des Körpers A verhält wie 25: 15, oder wie 1: $\frac{15}{25}$; d. i. gleich 0, 6.

2) Wenn die Körper chemisch auf das W. einwirken, so kann dieser Weg nicht mehr eingeschlagen werden, weil bei der erfolgenden Verbindung ein Freiwerden oder Verschlucken von Wärmestoff ins Spiel kommt. Dann braucht man sie nur mit andern Körpern, auf welche sie wirkungslos sind, und deren spec. Wärmestoff man kennt, zu mengen, um zur Kenntniß des ihrigen zu gelangen. Nehmen wir als Beispiel das Wasser und die Schwefelsäure, und bedienen uns des Queckſilbers als Zwischenkörpers. Angenommen, 1 Kilogramme Schwefels. von 12° mit 1 Kilogr. Queckſilber von 0° gebe 2 Kilogr. von 11°; so werden wir zu schließen haben, daß die spec. Wärme des Queckſilbers sich zur spec. Wärme der Schwefels. verhält wie 1 zu 11; nun sahen wir oben, daß die des Queckſilbers zu der des Wassers im Verhältniß von 1 zu 33 steht: mithin wird das Verhältniß der spec. Wärme des W. zu der der Schwefelsäure seyn 33 zu 11, oder 3 zu 1, d. i. 1 zu 0,33. In jedem Fall nun wird es möglich seyn, für einen Körper, der eine chemische Wirkung auf das W. äußert, einen andern Körper als Zwischenkörper zu finden, auf den weder er noch

Bayerische Staatsbibliothek München

das W. chemisch wirksam ist; woraus erhellt, daß diese Methode überhaupt auf alle feste und tropfbarfl. Körper anwendbar ist.

Jedoch kann ihre Genauigkeit nur durch einige, gleich anzugebende, Vorsichtsmaßregeln gesichert werden. Die Gefäße, deren man sich bedient und die Luft, in welcher man operirt, müssen sich auf der T. des Gemenges befinden; denn sonst würden sie den Körpern, mit welchen man den Versuch anstellt, nothwendig einen Theil Wärmestoff entziehen oder abgeben. Außerdem hat man die Mengung schnell vorzunehmen, und die Temperatur derselben sofort und mit größter Genauigkeit zu bestimmen.

Von allen diesen Bedingungen führt blos die Erfüllung der ersten Schwierigkeiten mit sich. Folgendes ist indeß ein Weg, sie zu erreichen. Das Eisen sey der Körper, dessen spec. Wärme man messen will. Man nehme eine gewisse Quantität davon, erhöhe seine Temperatur dadurch, daß man es einige Zeit hindurch mit kochendem W. in Berührung setzt, auf 100°; tauche es dann ein und schüttle es, bei der Temperatur der Luft, in dem Fünf- bis Sechsfachen seines Gewichts an Wasser, welches dadurch um eine gewisse Zahl Grade erhöht werden wird. Darauf wiederhole man den Versuch mit der Vorbereitung, daß man die T. der Wassermasse so weit unter die der Luft erkältet, als sie beim ersten Versuche durch das Eisen darüber erhöht worden war. Das W. werde in diesem Zustande in ein dünnwandiges Gefäß gethan; und im selben Augenblick mit dem Eisen gemengt und geschüttelt. Die neue Mengung wird der Temperatur der Luft so nahe kommen, daß die Irrthümer kaum merklich seyn werden; allerdings wird das Gefäß durch das W. zuerst erkältet worden seyn; es wird sich aber im Augenblick, wo das Eisen eingetaucht wird, den verlornen Wärmestoff wieder aneignen.

58. Eine andre Methode, als die hier angegebene, rührt von Lavoisier und Laplace her. Wir müssen von ihr um so ausführlicher sprechen, da sie sehr sinnreich und großer Genauigkeit fähig ist.

Gesetzt man habe eine hohle Kugel von Eis von 0°, welche sich in einer Luft von 0° oder über 0° befindet, und man bringe durch Abheben eines beweglichen Segments dieser Kugel in ihre Höhlung einen Körper, dessen T. sich auf 100° befände. Derselbe wird an die inwendigen Schichten der Eiskugel Wärmestoff abgeben, bis er auf 0° herabgekommen ist. Da aber das Eis von 0° nicht die geringste Quantität Wärmestoff empfangen kann, ohne zum Theil zu schmelzen, da die Luft nur die äußern Schichten der Eiskugel zu schmelzen vermag, und da das Wasser, welches das Product dieser Schmelzung ist, nicht ins Innere der Kugel dringen kann, so folgt, daß die Quantität tropfbaren Wassers, welche man im Innern dieser Kugel finden

wird, nur von der Wirkung des hineingebrachten Körpers herrührt, und somit ein genaues Maß für die Quantität Wärmestoff geben kann, die seine Temperaturerhöhung von 0° auf 100° erfordert.

Unterwirft man also dem Versuch successiv zwei an Gewicht und T. gleiche Körper, und schmilzt der eine doppelt so viel Eis, als der andre, so wird jener offenbar zweimal so viel spec. Wärmest. enthalten. Es ist schwer, wo nicht unmöglich, sich eine Eiskugel zu verschaffen; man kann jedoch die Körper unter die nämlichen Umstände versetzen, als wenn sie sich in einer solchen befänden, indem man sie rings mit zwei Eishüllen umgiebt, die nicht mit einander communiciren. Die äußere Schicht nämlich wird die Wirkung der Luft auf die innere verhüten, so daß diese nur durch den Wärmestoff des hineingebrachten Körpers geschmolzen werden kann. Diese Bedingungen erfüllt das, von Lavoisier und Laplace erfundene, Calorimeter (S. Taf. V.).

Dieses Instrument besteht aus drei concentrischen Gefäßen, welche mit Ausnahme des innersten G aus Weißblech verfertigt sind. Letztres besteht aus einem Drahtgitter von Eisen und ruht auf Stützen von dem nämlichen Metall. Es trägt einen hohlen Deckel HH, dessen Boden mit Löchern durchbrochen ist, und dient, den Körper aufzunehmen, welchen man dem Versuch unterwerfen will. Der, zwischen der mittlern und innern Hülle befaßte, Raum FF'F'' ist bestimmt, das Eis zu enthalten, von dem ein Theil durch den Körper geschmolzen werden soll. An seinem untern Theile ist ein Eisengitter II' angebracht und etwas tiefer ein Haarsieb LL', um die kleinen Eisstückchen aufzuhalten, die durch dieß Gitter hindurchfallen könnten. Unter dem Haarsieb findet sich ein Hahn M, durch welchen das, von Schmelzung des Eises durch den Körper herrührende, W. in das Gefäß N abfließt. In den äußersten Zwischenraum EE'E''E''' wird das Eis eingeschlossen, welches die äußere Luft hindern soll, auf das Eis des mittlern Zwischenraums zu wirken. Beide, der äußere und mittlere, Zwischenraum stehen nicht mit einander in Verbindung. Durch einen Hahn O fließt das, durch die Luft im äußern Zwischenraum geschmolzene, Eis ab. Verschlossen wird derselbe durch einen hohlen Deckel PP', der nur an den Seiten durchbrochen ist. Man füllt die Höhlung dieses Deckels mit Eis, wie beim vorigen.

Wie aus dieser Beschreibung erhellt, befindet sich der Körper, der in den innersten Raum gebracht wird, ganz unter den oben besprochenen Bedingungen; d. h. er ist von allen Seiten von zwei Eishüllen umgeben; denn das Eis des innern Deckels setzt sich mit dem des mittlern Zwischenraums, das des äußern Deckels mit dem des äußern Zwischenraums fort.

Will man sich des Calorimeters bedienen, so setzt man es auf sein Fußgestelle RR an einen Ort, dessen Temperatur etwas über 0° ist; füllt den mittlern und äußern Zwischenraum, so wie die beiden Deckel mit Eis von 0°, und läßt das, am Eise des mittlern Zwischenraums anhängende W., sorgsam abtropfen. Darauf wiegt man den Körper aufs Genaueste und erhöht seine T. auf 100°, indem man ihn 15 Minuten hindurch in kochendes W. taucht. Alsdann bringt man ihn in den Innenraum des innersten Gefäßes, nachdem man jedoch zuvor den Hahn M verschlossen hat; deckt sogleich die beiden Deckel auf die zugehörigen Gefäße, und läßt dem Versuch 15 bis 20 Stunden hindurch seinen Lauf, eine Zeit, welche mehr als hinreichend ist, die T. des Körpers auf 0° zurückzubringen, und die Ansammlung alles, von der Schmelzung des Eises herrührenden, Wassers über dem Hahn M zu gestatten. Endlich öffnet man diesen Hahn, das Wasser fließt aus und wird gewogen. Es erhellt übrigens leicht, warum das Eis von 0° seyn muß, und warum man den Körper auf die T. von 100° bringt. Eines Theils nämlich kann man sich diese Arten von Temperaturen leicht verschaffen, und dann, wenn das Eis sich unter 0° befände, würde ein Theil vom Wärmestoff des Körpers dazu verwandt werden, es auf seinen Schmelzpunct zurück zu bringen, und würde mithin für das Resultat des Versuchs verloren seyn.

Wenn der Körper, dessen spec. Wärmestoff man bestimmen will, fest und ohne chemische Einwirkung auf das Wasser ist, so kann man ihn unmittelbar mit dem Eise in Berührung bringen (wie geschieht, wenn man ihn schlechthin in das innere, aus Drahtgitter bestehende, Gefäß des Calorimeters legt); ist er aber flüssig, oder zwar fest aber von chemischer Wirksamkeit auf das W., so verfährt man, wie folgt.

Wenn er tropfbar oder fest ist, so schließt man ihn in einem Gefäße ein, dessen spec. Wärmestoff man zuvor bestimmt hat, erhöht seine T. darin zugleich mit der des Gefäßes auf den gehörigen Grad, der sich an einem, zu gleicher Zeit in das Gefäß gesenkten, Thermometer ergiebt, und bringt ihn, in diesem Gefäß, ins Calorimeter. Uebrigens verfährt man wie vorhin, und nimmt nachher die Quantität Wärmestoff in Rechnung, welche das Gefäß hergegeben hat.

Wäre der Körper gasförmig, so würde die Ausmittlung seiner specifischen Wärme durch das Calorimeter mit Schwierigkeit verbunden seyn, wegen der geringen Dichtigkeit der Gasarten, der geringen Quantität Wärmestoff, die sie entweichen lassen, selbst beim Abkühlen um eine große Zahl Grade, und wegen der Schwierigkeit, ihre Temperatur in dem Augenblicke, wo sie in den innersten Raum des Calorimeters eingelassen werden, zu beobachten. Auch lassen alle Resultate, die man bisher auf diesem Wege erhalten hat, viel zu wünschen

übrig. Bald werden wir einen andern kennen lernen, der von allen diesen Mängeln frei ist.

Dieß sind die verschiednen Arten, wie man verfährt, um die verschiednen Körper bis 0° im Calorimeter abzukühlen und das Wasser aufzufangen, welches von ihrer Wirkung auf das Eis herrührt. Man hat nun blos noch alle Resultate auf die nämliche Einheit zurückzuführen, um sie vergleichbar zu machen. Als diese Einheit hat man die Quantität Eis angenommen, welche Ein Kilogramme W. von 75° (60° R.) beim Uebergang auf 0° zu schmelzen vermag. Diese Quantität aber ist ein Kilogramme (48): man muß also berechnen, wie viel Eis ein Kilogramme von dem, dem Versuch unterworfenen Körper beim Erkalten um 75° zu schmelzen vermag: was keine Schwierigkeit hat, wie folgendes Beispiel zeigt. Gesetzt man nehme den Versuch mit 5,5 Kilogr. Gußeisen von 100° vor; man wird 0,81 Kilogr. W. erhalten und nun folgende Proportion ansetzen: wenn 5,5 Kilogr. Gußeisen 0,81 Kilogr. Eis geschmolzen haben, wieviel Eis wird 1 Kilogr. des Metalls schmelzen? Man wird also 0,81 Kilogr. mit 5,5 Kilogr. dividiren, und als Quotienten erhalten 0,148.

Hat man solchergestalt gefunden, daß ein Kilogr. Eisen von 100° 0,148 Kilogr. Eis zu schmelzen vermag, so wird man hievon drei Viertheile zu nehmen haben, um zu wissen, wieviel ein Kilogr. Eisen von 75° schmilzt (weil $75 = \frac{3}{4}$ 100); oder auch, was auf das Nämliche herauskommt, man dividire 0,148 mit 100 und multiplicire den neuen Quotienten mit 75. Man wird als Resultat für den hier betrachteten Fall erhalten 0,111 Kilogr., woraus erhellt, daß die Capacität des W. für den Wärmestoff die des Eisens etwas über neunmal übertrifft. Im Allgemeinen hat man die Quantität geschmolzenen Eises durch die Zahl von Kilogrammen oder Theilen des Kilogrammes, die von dem Körper zum Versuch genommen sind, zu dividiren, alsdann den Quotienten mit der Zahl der Grade, um die sich der Körper über 0° erhoben fand, zu dividiren und endlich den neuen Quotienten mit 75 zu multipliciren. Das Product dieser Multiplication wird die Quantität Eis ausdrücken, welche ein Kilogr. des Körpers beim Uebergang von 75° bis 0° zu schmelzen vermag. Jedoch ist es Thatsache, daß immer etwas mehr W. ausfließt, als durch Wirkung des Körpers geschmolzen wird. Das Eis nämlich wird in schmelzendem Zustande angewandt, und ist mithin mit einer großen Quantität W. befeuchtet. Diese Quantität steht im Verhältniß mit der Oberfläche des Eises; welche um so größer ist, in je kleinere Stücke man das Eis selbst zertheilt hat. Bei der Füllungsart unsers Calorimeters mit gestoßenem Eise muß daher die Quantität W., welche an der Oberfläche des Eises anhieng, vor dem Versuch größer seyn, als nach Beendigung desselben

(wo ein Theil des Eises geschmolzen, mithin die Oberfläche merklich verringert ist); und der Hinzutritt dieses Ueberschusses zu dem, durch die schmelzende Wirkung des Körpers erzeugten, W. muß einen leichten Irrthum veranlassen. Dieser würde verschwinden, wenn man sich eines viereckigen Calorimeters bediente, und in seinen mittlern Zwischenraum Eisstücken brächte, die man nach der Länge seiner Wände zugeschnitten.

Specifischer Wärmestoff verschiedener Substanzen, auf den des Wassers als Einheit bezogen, nach Lavoisier und Laplace [1]).

Wasser	1,0000
Schwefel	0,2085
Gehämmertes Eisen	0,1105
Zinn	0,0475
Bley	0,0282
Quecksilber	0,0290
Rothes Oxyd oder Deutoxyd von Quecksilber	0,0501
Mennig	0,0623
Lebendiger Kalk	0,2169
Glas ohne Bley	0,1929
Salpetersäure, vom spec. Gewicht 1,2989.	0,6614
Schwefelsäure, vom spec. Gewicht 1,87	0,3346
4 Theile Schwefels. mit 5 Theilen W.	0,6031
Aufl. von 1 Theil Salpeter in 8 Theilen W.	0,8187
Olivenöl	0,3096

59. Das Calorimeter ist nicht allein brauchbar, die specifische Wärme der Körper zu bestimmen, sondern auch die relative Quantität Wärmestoff, die sich bei der wechselseitigen Einwirkung der festen und tropfbaren Körper, bei der Verbrennung der Körper, dem Athmen der Thiere u. s. w. entwickelt.

Die Bestimmung der Quantität Wärmestoff, welche durch die wechselseitige Wirkung der festen oder tropfbarflüssigen Körper entbunden wird, hat keine Schwierigkeit. Man bringt erst jeden für sich auf die T. von 0° durch Umgeben mit gestoßenem Eise. Auch das Gefäß, in welchem die Verbindung vorgenommen werden soll, wird auf diese T. gebracht, dasselbe dann in den innersten Raum des Calo-

---

1) Man wird weiterhin (60 bis und 61) eine Fortsetzung dieser Tabelle finden, nach Ergebnissen von Versuchen, die einerseits Laroche und Bérard, andrerseits Petit und Dulong angestellt haben. Viele andre Physiker haben sich ebenfalls mit Ausmittlung des specifischen Wärmestoffs der Körper beschäftigt; da aber ihre Resultate nicht das erforderliche Zutrauen verdienen, so übergehen wir sie hier.

rimeters gesetzt, die Körper hineingethan, und ihre Verbindung rasch bewerkstelligt. Uebrigens verfährt man wie oben.

Schwieriger ist die Bestimmung der Menge Wärmestoff, die sich bei der Verbrennung und dem Athmen der Thiere entbindet. In vielen Fällen indeß vermag man dieselbe mit ziemlicher Genauigkeit folgendergestalt zu erlangen. Man fügt zwei Röhren an das Calorimeter, eine, durch welche man die Luft in den innersten Raum zutreten läßt, die andre, durch welche man ihr den Austritt gewährt. Alle beide sind mit Eis umgeben, so daß die Luft mit der T. von 0° zutritt und austritt. Das Wasser, welches von Schmelzung des Eises beim Durchgang der Luft durch die erste Röhre herrührt, wird weggeworfen; dasjenige aber, welches durch die Luft bei ihrem Durchgang durch die zweite Röhre erzeugt worden ist, muß sorgsam gesammelt werden, weil es von der Wirkung des Wärmestoffs herrührt, der sich während des Versuchs entbunden hat. Die Einrichtung des Apparats muß daher so beschaffen seyn, daß die zweite Röhre einen Theil des mittlern Zwischenraums ausmacht, was sich leicht bewerkstelligen läßt, indem man sie in dem Eise dieses nämlichen Zwischenraums circuliren läßt. Der Versuch darf übrigens nicht so weit verlängert werden, daß die Thiere zu sehr leiden, und ihr Athmungsproceß dadurch gestört wird.

60. Das hier beschriebne Calorimeter ist nicht das einzige, welches man besitzt. Es giebt noch ein andres, welches Rumford zum Erfinder hat, mittelst dessen man die Quantität Wärmest., die bei der Verbrennung einer gewissen Anzahl K. frei wird, messen und mehrere andre Resultate noch leichter und sichrer als mittelst des Lavoisier und Laplaceschen erhalten kann. Dies Calorimeter ist sehr einfach. Es besteht in einem Kasten von Weißblech (S. Taf. VI.) von ungefähr 22 Centimeter (8 Zoll) Länge auf 12 Centimeter ($4\frac{1}{2}$ Zoll) Breite und 12 Centimeter Tiefe. Ungefähr 3 Millimeter (1,3 Lin.) über dem Boden des Kastens findet sich eine rechteckige Leitungsröhre von 4 Centimeter ($1\frac{1}{2}$ Zoll) Breite und 18 Millimeter (8 Lin.) Dicke, welche sich horizontal von einem Ende zum andern windet; an dem einen dieser Enden durch die Wand den Ausgang nimmt, drei Millimeter vom entgegengesetzten aber durch den Boden hindurch geht, und sich nach Außen in einen umgekehrten Trichter endigt. Am obern Theil des Kastens sind zwei Oeffnungen angebracht, eine, welche dazu dient, ihn mit Wasser anzufüllen, die andre bestimmt, ein Thermometer durchzulassen. S. die Fig. auf Taf. VI.

CC′, Kasten, welcher das W. enthalten soll.

AA′, Oeffnung zur Einbringung des Thermometers.

B, Oeffnung zum Eingießen des W.

EE', Röhre, durch welche die Producte der Verbrennung hindurchgehen.

G, Umgekehrter Trichter, um die Flamme der Körper aufzufangen.

HH' Hölzerner Untersatz.

II', Backsteine, auf welche man das Instrument setzt.

Will man sich dieses Instruments bedienen, so fülle man es mit einer bestimmten Quantität dest. Wassers durch die Oeffnung B, und bringe durch die Oeffnung AA' ein Thermometer ein, dessen Reservoir den Wänden des Kastens an Höhe fast gleich kommt, um die (mittlere) Temperatur der verschiedenen Wasserschichten mit großer Genauigkeit zu erhalten: diese T. muß ursprünglich um ungefähr 5° niedriger als die der Luft seyn. Nachdem diese Einrichtung getroffen und der Apparat auf seinen Untersatz gestellt worden ist, nimmt man den Körper vor, mit welchem der Versuch angestellt werden soll. Sey dies z. B. Wachs. Man bilde daraus eine Kerze mit einem ganz feinen Docht; wiege sie, bringe sie unter den umgekehrten Trichter und zünde sie an; sofort werden die Producte der Verbrennung in die rechteckige Leitungsröhre hineinsteigen, welche mit dem umgekehrten Trichter in Verbindung steht, und dem W. des Kastens den Wärmestoff mittheilen, welcher durch die Verbrennung des Wachses frei wird. Einige Zeit darauf lösche man die Kerze aus, wiege sie abermals, und leite daraus das Gewicht des verbrannten Wachses her. Dieser Zeitpunct des Auslöschens ist der, wo die T. des W. die der Luft um eben so viel übertrifft, als sie vorher niedriger war. Auf diese Weise wird man der Luft ziemlich allen Wärmestoff wiedergeben, den ihr das W. erst (da seine Temperatur noch niedriger war) entzogen hat, und dadurch eine ziemlich große Genauigkeit im Versuch erhalten, die sich sonst unmöglich erreichen lassen würde, wenn sich die Flüssigkeiten Anfangs auf der nämlichen T. befänden. Nach der Beobachtung der T. des Wassers nun, welche durch das Thermometer angezeigt wird, läßt sich mittelst einer sehr einfachen Berechnung der Wärmest. schätzen, welcher durch die Verbrennung des Körpers frei geworden ist. Wenn das im Kasten enthaltene W. 6 Kilogr. wiegt, (das Gewicht des Kastens mit inbegriffen, nachdem es auf ein, hinsichtlich seiner spec. Wärme gleichgeltendes, Gewicht W. reducirt ist); und wenn seine T. sich um 10° erhöht hat (d. i., wenn es vorher 5° unter der Temperatur der umgebenden Luft war, nun 5° darüber steht); so werden diese 6, um 10° erhöhten, Kilogrammen, einem einzigen, um 60° erhöhten Kil. W. gleich gelten. Nun wissen wir, daß ein Kil. Wasser beim Uebergang von 75° auf 0° einen Kilogramme Eis schmilzt; mithin würde ein Kilog. W. beim Uebergang von 60°

auf 0° $\frac{4}{5}$ eines Kilog. Eis, d. i. 800 Grammen schmelzen. Sonach würde die Quantität Wärmest., welche die 6 Kilogr. W. aufgenommen haben, die nämliche seyn, als welche zur Schmelzung dieser Quantität Eis erforderlich ist.

Um die beiden hier beschriebenen Calorimeter zu unterscheiden, werden wir das erste Eiscalorimeter, das letzte Wassercalorimeter nennen.

Tabelle

über die Quantitäten Eises, welche durch die, bei Verbrennung verschiedener Körper erzeugte, Wärme geschmolzen worden sind, nach Lavoisier und Laplace.

1 Pfund Wasserstoffgas	313 Pfund geschm. Eis.
Olivenöl	148, 883
Weißes Wachs	140, 000
Phosphor	100, 000
Kohle	96, 351
Seife	95, 813
Schwefeläther	74, 313
Salpeter mit 1 Pfund Schwefel.	32, 000
Salpeter mit 0,3125 Pf. Kohle	12, 000

Tabelle

über die Temperaturerhöhung, welche die Verbrennung von 1 Gramme verschiedener Substanzen einem Gramme Wasser mittheilt, nach den Versuchen von Lavoisier und Laplace und von Rumford.[1])

Wasserstoff	23400°	LL.		
Olivenöl	11166	LL.		
	9044	R.		
Weißes Wachs . . .	10500	LL.		
	9479	L.		
Gereinigtes Rüböl . .	9307	R.		
Seife	8369	R.		
	7186	LL.		
Schwefeläther	8030	R.	spec. Gew. 0,72834	bei 20°.
Phosphor	7500	LL.		
Kohle	7226	LL.		
Naphtha	7338	R.	0,82731	bei 13°½.
Alkohol von 42° Areom.	6195	R.	0,817624	bei 15°,5.
Desgl. mit mehr Wasser.	5422	R.	0,84714	bei 15°,5.
Desgl. von 33° Areom.	5261	R.	0,85324	bei 15°,5.
Eichenholz	3146	R.		

Despretz hat anstatt 7226°, für die Kohle 7914° und für den Wasserst. 23620° anstatt 23400° gefunden.

Die Zahlen dieser Tabelle, mit 100 dividirt, geben die Anzahl Grammen W. von 0°, welche 1 Gramme jedes Körpers mittelst der, bei seiner Verbrennung entbundenen, Wärme zum Sieden zu bringen vermag; blos mit 75 dividirt, geben sie die Anzahl Grammen Eis von 0°, welche diese Wärme schmelzen würde.

Welter hat auf diese Tabelle Zusammenstellungen gegründet, welche mau mit Interesse lesen wird. (Annales de Chim. et de Phys., Tom XIX, pag. 425).

60 bis. Wir erwähnten oben, daß das Eiscalorimeter nicht wohl eine Anwendung auf die Messung der spec. Wärme der Gasarten zulasse. Das Nämliche gilt aber nicht vom Wassercalorimeter. Delaroche und Berard haben sich seiner mit dem größten Erfolg zu diesem Zweck bedient. Sie gaben dem W. erst eine T. von 2° unter der der

---

1) Diese Tabelle ist aus Biots Physik entlehnt. LL. bezeichnet Lavoisier und Laplace; R. bedeutet Rumford

umgebenden Luft, und erhöhten sie allmälig bis auf 2° darüber, indem sie auf eine gleichförmige und anhaltende Weise durch die Schlangenröhre des Calorimeters ein gegebenes Gasvolumen unter gleichfalls gegebenem Druck und T. streichen ließen: der Druck betrug ungefähr 76 Centim. und die Temperatur nahe an 100°. Durch dies Verfahren erhielten sie die relativen specifischen Wärmen aller Gasarten, welche sie dieser Art von Versuchen unterwarfen; indem diese Wärmen sich umgekehrt wie die Volumina verhalten mußten, welche gebraucht wurden, den angegebenen Temperaturgrad des W. herbeizuzurufen.

In der That wenn, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, 84 Litres des einen, und blos 78 eines andern erforderlich sind, um die T. des W. um eine nämliche Anzahl Grade zu erhöhen, so ist offenbar, daß die spec. Wärme des ersten zu der des zweiten sich verhalten wird, wie 78 zu 84. Um dann die Resultate mit der spec. Wärme des W. zu vergleichen, braucht man nur das Volumen der Gasarten auf Gewichtsangaben zu reduciren, welches keine Schwierigkeit hat, und einerseits den Grad ihres Erkaltens, andrerseits den Grad der Erwärmung des Wassers im Calorimeter zu kennen. Gesetzt, 1) der Versuch werde an einem Volumen atmosphärischer Luft angestellt, welches unter dem Druck von 76 Cent. und bei 0° 83, 40 Litres beträgt, so wird dies Gas wiegen 108, 320 Grammen (wie durch anderweite Versuche über das Gewicht der Luft gefunden worden ist); 2) dies Gas, auf die Temperatur von 96° erhoben, werde durch das W. des Calorimeters auf 11° zurückgebracht, und erfahre mithin eine Temperaturerniedriguug um 85 Grad; 3) die Wärme, welche das Gas verloren hat, reiche hin, die T. des Wassers um 4° zu erhöhen; 4) das, im Calorimeter enthaltene, W. wiege 580 Grammen, und die Metallmasse des Calorimeters besitze eine Wärmecapacität gleich 40, 8 Grammen Wassers, so ergiebt sich, daß 108,320 Grammen Luft durch Verlieren von 85° hingereicht haben, 580 Grammen plus 40,8 Grammen d. i. 620,8 Grammen W. um 4 Grad in der T. steigen zu machen. Nun erfordern 620, 8 G. W. zur Erwärmung um 4° eben so viel Wärme, als 29, 214 Grammen zur Erwärmung um 85°, weil 620 mit 4 multiplicirt gleich 29, 214 mit 85 multiplicirt ist. Sonach würde sich die spec. Wärme des W. zu der der atm. Luft verhalten, wie 108, 320 zu 29, 214 oder wie 1 zu 0,2697.

Wir hätten nun noch zu beschreiben, wie Delaroche und Berard einen anhaltenden und gleichförmigen Gasstrom erhielten, und wie sie ihn durch das siedende W. auf eine T. von nahe 100° erhoben, ohne dem Calorimeter directe Wärme mitzutheilen; endlich die Vorsichtsmaßregeln zu beschreiben, durch die sie den Erfolg ihrer

Versuche sicherten. Wir verweisen indeß lieber in dieser Hinsicht unsre Leser auf die Abhandlung der Verfasser selbst, welche sich in den Annales de Chimie, Tom. LXXXV, pag. 72 et 113 enthalten findet.

Delaroche und Berard haben noch eine andre Verfahrungsart angewandt, die spec. Wärme der Gasarten zu bestimmen; welche ihnen selbst an Genauigkeit die erste noch zu übertreffen scheint, und darin besteht, wie vorhin durch die Schlangenröhre des Wassercalorimeters einen regelmäßigen Gasstrom streichen zu lassen, der vor seinem Eintritt auf einer erhöhten und beständigen T. erhalten wird, den Versuch aber so lange fortzusetzen, bis die T. des W. zu einem festen Stande kommt. Da nun die Wärmequantität, welche ein in der Luft isolirter warmer K. in jedem Augenblick verliert, dem Ueberschuß seiner T. über die der umgebenden Luft proportional ist[x]) und da jeder Gasstrom seiner Natur zufolge, die T. des Calorimeters bis zu einem festen Puncte, bei dem sie stehen bleibt, erhöhen muß, so folgt, daß von diesem Puncte an gerechnet, der Ueberschuß der stationären T. des Calorimeters über die der umgebenden Luft, der Wärmequantität proportional seyn muß, welche der durch das Calorimeter hindurchgehende Gasstrom fahren läßt. (Ist nämlich die T. des Calorimeters auf einem gleichbleibenden Stande, so stralt dasselbe in jedem Augenblick eben so viel Wärmest. in die Luft aus, als es durch das Gas mitgetheilt erhält. Da nun die Quantität des in die Luft ausgestralten Wärmestoffs nach dem obigen Gesetze dem Temperaturüberschuß des Calorimeters über die Luft proportional ist, so ist es auch die Quantität des Wärmestoffs, den es vom Gas mitgetheilt erhält). Sie vermochten also durch dieses Mittel eben so wie durch das vorige, die specifische Wärme aller Gasarten zu bestimmen: worauf sie die Vergleichung derselben mit dem W. erhielten, indem sie entweder durch die Röhre des Calorimeters einen regelmäßigen Strom warmen Wassers hinreichend langsam durchstreichen ließen, daß er eben nicht mehr Wirkung als der Strom der verschiedenen Gasarten hervorbrachte, oder indem sie durch Berechnung die wirkliche Quantität Wärme ausmittelten, welche das Calorimeter, auf den festen Temperaturstand gekommen, in einer gegebenen Zeit verlieren konnte. (S. ihre schon angeführte Abhandlung). Folgendes sind die von ihnen erhaltenen Resultate.

---

1) Dies Gesetz ist gültig für geringe Temperaturüberschüsse, wie sie hier von uns in Betracht gezogen werden; verliert aber seine Gültigkeit, wenn man einen glühenden Körper in eine kalte Luft bringt. (S. Biot. IV).

Spec. Wärme der verschiedenen Gasarten unter dem nämlichen Druck, die der atm. Luft als Einheit genommen.

	Bei gleichem Vol.	Bei gleichem Gewicht.
Atmosphärische Luft	1,0000	1,0000
Wasserstoffgas	1,9033	12,3401
Kohlensaures Gas	1,2583	0,8280
Sauerstoffgas	0,9765	0,8848
Stickstoffgas	1,0000	1,0318
Protoxyd von Stickst.	1,3503	0,8878
Oelerzeugendes Gas	1,5530	1,5763
Kohlenstofforydgas	1,0340	1,0805

Spec. Wärme der Gasarten, verglichen mit der des Wassers als Einheit genommen.

Wasser	1,0000
Atm. Luft	0.2669
Wasserstoff	3,2936
Kohlensäure	0,2210
Sauerstoff	0,2361
Stickstoff	0,2754
Protoxyd von Stickstoff	0,2369
Oelerzeugendes Gas	0,4207
Kohlenstofforyd	0,2884
Wasserdampf	0,8470

Nachdem Delaroche und Berard solchergestalt die specifische Wärme der Gasarten bestimmt hatten, fanden sie, daß die spec. Wärme für gleiche Volumina einer jeden dieser Gasart mit deren Dichtigkeit zwar zunimmt, aber in einem geringern Verhältnisse als diese Dichtigkeit. *) So ist der specifische Wärmestoff der Luft beim Druck von 1,0058 Meter (3,0932 par. Fuß)

---

*) Erläuterung. Gesetzt z. B. das Volumen A enthalte das einfache Gewicht einer Gasart, und das A gleiche Volumen B enthalte das doppelte Gewicht dieser Gasart; so wird zwar die Summe des spec. Wärmestoffs im Volumen B größer seyn als im Volumen A, aber doch nicht an das Doppelte reichen; das Volumen B wird weniger spec. Wärmest. enthalten, als ein doppelt so großes Volumen 2 A, welches mit ihm ein gleiches Gewicht der Gasart enthielte. Zöge sich mithin ein Volumen 2 A auf das Volumen B zusammen, so würde es dabei etwas von seiner specifischen Wärme frei werden lassen müssen. Hieraus ist die nachstehende Folgerung im Text erklärlich.

1,2396 und der des nämlichen Volumens beim Druck von 0,7405 Meter (2,2795 par. Fuß) nur 1,00. Es folgt hieraus, daß die Resultate von Delaroche und Berard über die specifischen Wärmen einer zusammengesetzten Erscheinung angehören. Nämlich die Dichtigkeit der Gasarten ist geringer bei ihrem Eintritt ins Calorimeter, als bei ihrem Austritt, weil sie sich beim Erkalten zugleich zusammenziehen. Die Wärme, welche sie fahren lassen, rührt mithin nicht allein von ihrem Erkalten her, sondern auch von der Zusammenziehung, welche sie erleiden, und um einfache Resultate zu erhalten, müßte man sonach auch diese beiden Wirkungen besonders beobachten können. Eine Arbeit dieser Art hat Dulong unternommen, und einen sehr sinnreichen Apparat zum Behuf derselben ausgedacht. Ohne Zweifel wird er seine Beobachtungen bald bekannt machen. Diejenigen, welche diesen Apparat kennen zu lernen wünschen, werden die Beschreibung desselben in Biots größerem Werke über Physik finden Th. IV. pag. 728.

61. Es erhellt nach dem Vorstehenden, wie sich bei Erfüllung aller angegebenen Bedingungen sichere Resultate über die Wärmecapacität der Körper durch die Methode der Vermischungen oder den Gebrauch des Calorimeters erhalten lassen: oft jedoch ist es schwierig, sich eine hinlängliche Quantität der Körper zu verschaffen, um eine dieser beiden Methoden anwenden zu können. Man muß sich daher dann nach einer andern umsehen. Die folgende, welche zuerst von Mayer angewandt, nachmals von Leslie und dann von Petit und Dulong vervollkommt worden ist, läßt nichts zu wünschen übrig. Sie gründet sich darauf, daß zwischen den Zeiten, welche die verschiedenen Körper, unter gleiche Umstände gebracht, brauchen, um zu erkalten, und den specifischen Wärmen dieser nämlichen Körper Beziehungen Statt finden, mittelst deren sich das Verhältniß der Capacitäten aus dem der Zeiten des Erkaltens herleiten läßt, wofern man nur einige Vorsichtsmaßregeln dabei nicht übergeht. Die erste besteht darin, die Körper, wie Leslie räth, in eine Hülle, welche immer die nämliche Beschaffenheit hat, einzuschließen, um den Irrthum zu verhüten, der durch eine Ungleichheit im Stralungsvermögen der Oberflächen verursacht werden würde. Die zweite und wichtigste ist, sich gegen den beeinträchtigenden Einfluß sicher zu stellen, den das ungleiche Leitungsvermögen der unter einander verglichenen Substanzen und ihr schnelles Erkalten haben würde. Diesem Zweck suchen Petit und Dulong dadurch zu genügen, daß sie nur mit kleinen Massen operiren, sie in Pulver verwandeln, in eine ausnehmend verdünnte Luft bringen, und die Versuche zwischen Temperaturgränzen anstellen, welche die T. des umgebenden Mittels nur um 5° bis 10° übersteigen. Da-

durch, daß dem Versuch kleine Massen unterworfen werden, wird die Ungleichheit des Leitungsvermögens ausnehmend geschwächt.*) Allerdings nimmt auch die Schnelligkeit des Erkaltens dadurch zu; indeß verzögert man sie in gehöriger Maße durch die Verdünnung der Luft, durch die Pulverisirung des Körpers, und durch die schwache T. auf die man ihn erhebt. Außer diesen Vorsichtsmaßregeln hat man noch das umgebende Mittel mit Eis zu umschließen, um es während der ganzen Dauer des Versuchs auf der nämlichen T. zu erhalten, widrigenfalls keine Resultate zu erwarten ständen. Die Verfahrungsweise, die Petit und Dulong einschlagen, ist sonach in Kurzem folgende. Sie verwandeln die festen Körper in ein sehr feines Pulver, verschließen dies in ein sehr dünnwandiges cylindrisches silbernes Gefäß von sehr kleinem Innenraum, dessen Axe vom Reservoir des Thermometers eingenommen wird, welches den Gang des Erkaltens anzugeben dient. Darauf erheben sie dies Gefäß mittelst eines warmen Luftstroms auf eine T. von 25° bis 30° über die der umgebenden Luft, stellen es in die Mitte eines kupfernen Verschlusses (enceinte) mit dünnen Wänden, welche, um das Verschluckungsvermögen zu verstärken, inwendig geschwärzt, und von allen Seiten mit einer dicken Schicht schmelzenden Eises umgeben sind. So wie das Gefäß in den kupfernen Verschluß gebracht ist; macht man diesen so weit luftleer, daß die Spannung der zurückbleibenden Luft nur noch 2 Millimeter (ziemlich 1 Linie) beträgt; man beobachtet das Thermometer, dessen Schaft aus dem Gefäße hervortritt, und wenn es nur noch 10° über die T. des umgebenden Mittels anzeigt, merkt man die Zeit, während welcher das Erkalten gedauert hat, an. Diese Zeit beträgt wenigstens 15 Minuten, obwohl die Masse der dem Versuch unterworfenen Körper nicht über 30 Grammen (2 Loth) steigt, selbst wenn die Körper sehr dicht sind, wie Platin und Gold.

Wir wollen jetzt in einer Tabelle die specifischen Wärmen mehrerer einfachen Körper aufführen, welche die genannten Physiker durch Berechnung der Resultate ihrer Beobachtungen nach einer zu Grunde gelegten Formel erhalten haben.

---

*) Erläuterung. Gesetzt man habe zwei Substanzen, die sich blos in ihrem Wärmeleitungsvermögen unterscheiden, so wird eine Kugel aus der besser leitenden A schneller erkalten müssen, als aus der schlechter leitenden B, weil der Wärmestoff in erstrer schneller von dem innern Theile der Kugel nach den äußern übergehen kann; dieser Unterschied ist jedoch für nichts zu achten, wenn die Kugeln sehr klein werden, weil dann die Zeit, welche der Wärmestoff braucht, um von der Mitte der Kugeln nach der Peripherie zu strömen, schon für jede Kugel besonders ganz gering wird, um so mehr daher ihr Unterschied verschwindet.

	Specifische Wärme.[1])	Relative Atomengewichte.[2])	Product des Gewichts jeden Atoms in die zugehörige Capacität.
Wismuth	0,0288	13,30	0,3830
Bley	0,0293	12,95	0,3794
Gold	0,0298	12,43	0,3704
Platin.	0,0314	11,16	0,3740
Zinn	0,0514	7,35	0,3779
Silber	0,0557	6,75	0,3759
Zink	0,0927	4,03	0,0736
Tellur.	0,0912	4,03	0,3675
Kupfer	0,0949	3,957	0,3755
Nickel	0,1035	3,69	0,3819
Eisen	0,1100	3,392	0,3731
Kobalt	0,1498	2,46	0,3685
Schwefel	0,1880	2,011	0,3780

Wir haben früher gesagt, daß, da die relativen Atomengewichte aus den wägbaren Quantitäten der Grundstoffe, welche zusammentreten, hergeleitet werden, immer etwas Willkührliches bei der Bestimmung dieser Gewichte bleibe, weil es kein sichres Mittel giebt, die wahre Zahl Atome jeder Art, welche in eine Verbindung eingehen, auszumitteln. (17). Jedoch kann man höchstens zwischen einigen Zahlen schwanken, welche die einfachsten Verhältnisse unter einander haben; und unter diesen Zahlen haben Dulong und Petit immer solche gefunden, daß, wenn man sie als gültig annimmt, die Atome aller einfachen Stoffe die nämliche Wärmecapacität haben würden. Hievon kann man sich leicht überzeugen, wenigstens hinsichtlich der Atome, deren Dichtigkeiten in der zweiten Spalte der Tabelle aufgeführt sind. Um nämlich die specifische Wärme dieser Atome zu erhalten, hätte man nur nöthig, die der Körper, welchen sie angehören, mit der Zahl Atome zu dividiren, welche in einem und dem nämlichen Gewichte dieser Körper enthalten sind. Es verhalten sich aber für gleiche Gewichte von Materie diese Zahlen umgekehrt, wie die Dichtigkeit der Atome. Man wird mithin zum gesuchten Resultat gelangen, wenn man das Gewicht jedes Atoms mit der Zahl multiplicirt, welche die Capacität des Körpers, dem es angehört, ausdrückt, z. B.

---

1) Die spec. Wärme des W. ist als Einheit gesetzt.
2) Das Atomengewicht des Sauerstoffs ist gleich 1 gesetzt.

13, 30, das Gewicht des Wismuthatoms mit 0,0288 der Wärmecapacität des Wismuths. Man betrachte jetzt die dritte Spalte, und man wird sehen, daß die darin enthaltenen Zahlen sich so gut als gleich annehmen lassen. Das Gesetz ist sonach gültig für die Atome aller hier aufgeführten Körper, und wahrscheinlich für jede Art Atome; wohl verstanden, daß es seine Gültigkeit verlieren, oder vielmehr sich ganz ändern würde, wenn man für die relativen Atomengewichte andre Zahlen, als die in der zweiten Spalte enthaltenen, annähme. Jedoch würde es selbst in diesem Falle den Ausdruck für ein einfaches Verhältniß zwischen den Gewichten und den specifischen Wärmen der Atome geben.

Nachdem Petit und Dulong das Gesetz der specifischen Wärmen der Elementaratome zu erforschen gesucht hatten, nahmen sie sich die Ausmittlung des für die zusammengesetzten gültigen vor: ohne jedoch bis jetzt etwas weiter über diesen Gegenstand bekannt gemacht zu haben, als daß ein einfaches Verhältniß zwischen der Capacität der Elementaratome, und der der zusammengesetzten Atome obwalte (S. ihre Abhandlung. Annales de Chimie et de Physique. Tom. X. pag. 395).

Specifischer Wärmestoff der zusammengesetzten Körper, mit dem ihrer Elemente verglichen. — Jurine und Crawford haben behauptet, daß, wenn zwei Körper sich unter Freiwerden von Wärmest. verbinden, die entstehende Zusammensetzung stets eine geringere specifische Wärme habe, als die sich nach einer, auf die specifische Wärme der Bestandtheile und die Verhältnisse, in denen sie zusammentreten, gegründeten Berechnung ergeben würde; daß dagegen, wenn die Verbindung unter Entstehung von Kälte vor sich geht, die spec. Wärme der Zusammensetzung stets die durch die Rechnung sich ergebende übertrifft. Dies Gesetz indeß, welches Anfangs bei den meisten Physikern Glauben fand, muß als unrichtig verworfen werden, weil es in Widerspruch mit einer großen Menge sorgfältig beobachteter Thatsachen steht. Unter diesen Thatsachen wollen wir als die bemerkenswerthesten diejenigen ausheben, welche Petit und Dulong entdeckt haben. Diese Physiker haben gefunden: „daß die größern oder geringern Wärmequantitäten, welche im Augenblick der Verbindung der Körper frei werden, keine Beziehung zur Capacität der Bestandtheile haben, und daß selbst in der größten Zahl Fällen dieser Wärmeverlust keine Verringerung in der Capacität der daraus hervorgehenden Zusammensetzungen zur Folge hat.“ Der Schwefel und das Bley z. B. bringen beim Act ihrer Verbindung eine große Quantität Wärme hervor; und doch zeigt die Erfahrung, daß diese Grund-

stoffe genau dieselbe Wärmecapacität als das Schwefelblei besitzen. Eben so verhält es sich, wenigstens sehr wahrscheinlich, mit dem Wasserstoff und Sauerstoff, dem Sauerstoff und Kupfer, dem Sauerstoff und Bley, dem Sauerstoff und Silber, dem Schwefel und der Kohle hinsichtlich der binären Zusammensetzungen, die sie zu bilden vermögen; nämlich Wasserstofforyd oder Wasser, Kupferoxyd, Bleyoxyd, Schwefelkohlenstoff. Hieraus lassen sich sehr wichtige Folgerungen schon jetzt für die Theorie der Wärmeerzeugung absehen.

Quellen des Wärmestoffs.

61. bis. Der Quellen des Wärmestoffs sind zwei: 1) die Sonne, 2) die irdischen Körper bei Zusammendrückung, chemischer Verbindung oder auch bloßer Berührung.

Die Sonne sendet nicht allein Licht- sondern auch Wärmestralen aus: diese finden sich im Sonnenspectrum zum großen Theil von den Lichtstralen getrennt. Läßt man nämlich durch ein Glasprisma ein Lichtbündel hindurchgehen, so daß sich die sieben verschiedenfarbigen Stralen desselben, der rothe, orangefarbene, gelbe, grüne, blaue, indigfarbene, violette, sondern, so sieht man, daß der violette oder brechbarste Stral das Thermometer minder erwärmt, als der indigfarbene, der indigfarbene minder als der blaue u. s. w., und daß der rothe oder mindest brechbare dasselbe mehr als alle andre erwärmt, doch aber noch weniger, als der Raum jenseits des Roths bis zu einer gewissen Weite. Herschel, von welchem diese Entdeckung herrührt, hat gezeigt, daß die größte Wärme außerhalb des Spectrums 12 Millimeter (5, 22 Lin.) jenseits des rothen Strals Statt fand, und noch bis 38 Millimeter (16, 83 Lin.) merklich war.*)

Wärme durch Zusammendrückung. — Jedesmal wenn man einen Körper auf irgend eine Weise zusammendrückt, indem man ihn entweder gegen einen andern reibt oder darauf schlägt, bewirkt man das Freiwerden einer gewissen Menge von Wärmestoff und er-

---

*) Mehrere andre Physiker fanden mit Herschels Versuchen keine Uebereinstimmung. Seebeck zeigte endlich (Schweigg. J. 1824. 10 Bd. N. F.), daß die Verschiedenheit des angewandten Prisma's das Resultat modificire. So hatte die Wärme bei einem, mit W. gefüllten, Prisma ihr Maximum im Gelb; bei mehrern andern Flüssigkeiten z. B. conc. farbloser Schwefelsäure in der Mitte zwischen Gelb und Roth; bei Prismen von Crownglas und gewöhnlichem weißen Glase im vollen Roth; bei einigen, wahrscheinlich bleihaltigen, Glas-Prismen, an der Gränze des Roths; bei Prismen von Flintglas endlich, übereinstimmend mit Herschels Angabe, jenseits des Roths.

hitzt ihn so. Dieß hat man oft zu beobachten Gelegenheit. Wer weiß nicht, daß das Eisen durch Hämmern bis zum Glühen erhitzt werden kann, und daß Holz, anhaltend und heftig gerieben, endlich Feuer fängt? Verschaffen wir uns nicht alltäglich Feuer durch Anschlagen eines Feuersteins gegen ein Stahlstück? Hiebei machen sich sehr warme Metalltheilchen los, brennen, schmelzen und entzünden den Feuerschwamm. Es lassen sich selbst nach Davy zwei Scheiben von Eis schmelzen, wenn man sie in einer Atmosphäre unter Null gegen einander reibt. Die Gasarten besonders vermögen im Verhältniß zu ihrer Masse viel Wärmest. bei der Zusammendrückung zu entwickeln, wovon das Compressionsfeuerzeug einen Beweis giebt. Dies, erst seit einigen Jahren bekannte, Feuerzeug besteht aus einem messingenen Pumpenstiefel (cylindrischer Röhre), und einem gleichfalls messingenen Stempel, an dessen Ende sich unten eine kleine Höhlung befindet. In diese Höhlung befestigt man etwas recht trocknen Zündschwamm[1]); paßt alsdann das Ende des Stempels in die obere Oeffnung des Pumpenstiefels ein, stößt ihn darauf schnell und gewaltsam herab; und man wird bei schnellem Zurückziehen des Stempels den Schwamm brennend finden.

Die tropfbaren Flüssigkeiten vermögen wegen ihrer sehr schwachen Zusammendrückbarkeit keine (merkliche) Wärme durch Reibung oder Stoß herzugeben.

Wärme durch den Act chemischer Verbindung. — Die chemische Verbindung zweier oder mehrerer Körper hat immer eine Temperaturveränderung zum Begleiter. Bei inniger Verbindung tritt stets Erhöhung der T. ein, im entgegengesetzten Fall oft Sinken derselben. (S. das Sinken der T. betreffend (709)). Das Hervortreten von Wärme bei der gegenseitigen Wirkung der Körper ist bisher hauptsächlich auf Rechnung der größern oder geringeren Annäherung der sich verbindenden Molecule und der größern oder geringern Wärmecapacität der neuen Zusammensetzung geschrieben worden. Es ist jedoch gewiß, daß diese Ursachen bei Weitem nicht den ihnen beigemessenen Einfluß äußern, da in vielen Fällen die Zusammensetzung mit ihren Bestandtheilen gleiche Wärmecapacität besitzt. Wie dem auch sey, jedenfalls erhalten wir die verschiedenen Hitzegrade, deren wir bedürfen, dadurch, daß wir einen der Bestandtheile der atm. Luft, Sauerstoff genannt, mit andern Körpern, welche verbrennliche Körper heißen, wie Kohle, Holz u. s. w., eine Verbindung eingehen las-

---

1) Man erhöht die Zündbarkeit des Schwammes dadurch, daß man ihn in eine salpetersaure Bleiauflösung taucht und gut trocknen läßt.

sen. (S. die weitere Entwicklung der Verbrennungstheorie, Art. Verbrennung (79)).

Wärme durch Berührung. — Die Benetzung eines festen Körpers mit einer tropfbaren Fl. ist stets von Wärmeentbindung begleitet. Diese ist sehr schwach bei den unorganischen Körpern, wie den Metallen und Oxyden, selbst wenn sie pulverisirt sind; stärker dagegen bei den Körpern aus dem Pflanzenreiche, wie den Körnern, Wurzeln, den verschiednen Pflanzentheilen, und aus dem Thierreiche, wie den Geweben, den Sehnen und allen hautartigen Theilen. Hat man einige dieser Körper trocknen lassen, und befeuchtet sie dann mit einer tropfbaren Fl., so steigt das Thermometer fast im Augenblick um 2 bis 3 Grad, manchmal sogar um 9 bis 10. Begreiflich kann ein so merkbarer Erfolg auf das Thermometer nur von einer lebhaften Wirkung bei Berührung der Molecule des festen und flüssigen Körpers herrühren, eine Wirkung, die bei den Erscheinungen der pflanzlichen und thierischen Physiologie unstreitig eine wichtige Rolle spielen muß (S. die Abhandlung von Pouillet über diesen Gegenstand in den Ann. de Chim. et de Phys. Tom XX. p. 141) (Die Tabelle, welche Pouillets Resultate enthält, kann man auch in Biot IV. Zusätze hinten finden).

Von der Kälte.

62. der Wärmestoff entströmte erwähntermaßen zwei Quellen. Dasselbe läßt sich von der Kälte aussagen.

Die eine fällt der Natur anheim und hat ihren Grund darin, daß im Wint.., wo sie Statt hat, die Sonne minder lange Zeit über dem Horizont verweilt, als im Sommer, so wie, daß ihre Stralen dann in schieferer Richtung auf uns treffen, in minder großer Zahl auf den nämlichen Raum fallen, und durch eine größere Menge Luftschichten hindurchzugehen haben, als im Sommer, wo sie fast senkrecht auf uns fallen.

Die andre Kältequelle ist künstlich, und wird uns hier allein beschäftigen. Sie gründet sich auf die Eigenschaft der Körper, eine große Menge Wärmest. beim Uebergang aus dem festen Zustande in den tropfbaren, und aus diesem in den gasförmigen, latent zu machen. (48 und 49).

Kälteerzeugung durch feste und tropfbarfl. Körper. — Wenn man zwei feste Körper mit einander, oder einen festen Körper mit einem tropfbarflüssigen mengt; die nur geringe Ver-

wandtschaft zu einander haben, aber doch hinreichende in Verhältniß zu ihrer Cohäsion, um sich wirklich zu verbinden und schnell zu schmelzen, so entsteht dadurch eine mehr oder minder beträchtliche Kälte. Sollen beide Körper fest seyn, so wendet man immer Eis oder Schnee dazu an. So bringt man durch Mengung von $2\frac{1}{2}$ Th. Eis und 1 Th. Kochsalz, die sich beide auf 0° befinden, eine Kälte von — 19° (— 15, 2 R.) hervor. Durch Anwendung andrer Körper anstatt des Kochsalzes, und Erniedrigung ihrer T. so wie der des Eises auf — 10° bis — 12° (— 8° bis — 10° R.) vermag man Kältegrade unter 40° (32° R.) hervorzubringen (709).

Kälteerzeugung durch tropfbare Flüssigkeiten. — Wir haben dargethan, daß die tropfbaren Flüssigkeiten schon bei jeder T. unter ihrem Siedpuncte das Streben besitzen, sich in Dünste zu verwandeln, und daß sich in einem leeren wie in einem mit Gas gefüllten Raume stets eine, von der Größe des Raums, der Temperatur und der Art der Flüssigkeit abhängige, Quantität derselben verflüchtiget (40). Nun bindet ein jeder Antheil einer Fl. eben so viel Wärmestoff, oder macht eine eben so große Menge desselben latent, wenn er von selbst in Dampfzustand übergeht, als wenn er durch directe Wirkung des Feuers darein gebracht wird: der nicht verflüchtigte Theil muß sonach erkalten, bis er von den fremden Körpern eben so viel Wärmest. wieder mitgetheilt erhält, als er an den sich verflüchtigenden Theil abgiebt; ein Zeitpunct, bei welchem seine T. stationär wird. Wenn sonach eine Fl. ein bedeutendes Streben hat, sich zu verflüchtigen, so wird sie viel Kälte zu erzeugen vermögen. So, wenn man die Kugel eines Thermometers mit Leinwand umgibt, sie zu wiederhohlten Malen in Aether taucht und rasch umschwingt (la faisant circuler rapidement), vermag man selbst im Sommer den Stand des Queckſilbers weit unter Null zu erniedrigen. Eben daher rührt das heftige Gefühl von Kälte, welches Aether, auf einen Theil unsers Körpers gegossen, erregt, besonders bei schneller Erneuerung der Luft. Man hat diese Eigenschaft der Flüssigkeiten benutzt, sich frisches Getränk zu verschaffen. In Aegypten z. B. füllt man poröse Gefäße, welche den Namen Alcarazas führen, mit W., und stellt sie in den Schatten in die Mitte eines, so wenig als möglich warmen, Luftzuges. Das Wasser, welches beständig die äußere Oberfläche des Gefäßes befeuchtet, verflüchtigt sich zum Theil, und bewirkt dadurch eine Temperaturerniedrigung des tropfbar bleibenden.

Noch weit beträchtlicher aber ist die erzeugte Kälte, wenn man die Flüssigkeiten, anstatt sie dem Zutritt der atm. Luft auszusetzen, deren Molecule die Verdunstung verzögern und erschweren, in den leeren Raum unter den Recipienten der Luftpumpe bringt. So vermag

man, wenn man eine kleine, an das Ende einer Röhre geblasene und mit Queckſilber gefüllte, Kugel mit Schwamm umgiebt, dann Schwefelkohlenſtoff darauf gießt, welches eine weiße ſehr flüchtige Fl. iſt, und die Röhre in einer Glocke aufhängt, aus welcher man die Luft ſchnell auspumpt, das Queckſilber in einigen Secunden zum Gefrieren zu bringen, obwohl ſein Froſtpunct erſt gegen den 40ſten Grad (d. 36ſt. R.) unter Null fällt. Noch weit mehr müßte ſich die Kälte ſteigern laſſen, wenn man den Dunſt, ſo wie er ſich bildet, verſchlucken ließe, weil dann die Verdunſtung nicht innehalten würde, ſondern ſelbſt noch von den feſtgewordenen Körpern aus Statt haben könnte, wie dies folgender ſchöner Verſuch von Leslie lehrt, den er über das Gefrieren des Waſſers im leeren Raum, unter Mitwirkung eines abſorbirenden Mittels, wie Schwefelſäure, oder dergleichen[1]), anſtellte: Man nehme zwei Schalen; gieße in die eine W., in die andre Schwefelſ., ſetze ſie unter den Recipienten der Luftpumpe auf Träger von Holz oder Eiſendraht, ſo daß die erſte ſich unter der zweiten und ſehr entfernt von ihr befindet; und pumpe nun den Recipienten möglichſt leer. Ein Theil des Waſſers wird ſich in Dampf verwandeln, ſogleich aber von der Säure verſchluckt und durch einen neuen Theil erſetzt werden u. ſ. f., ſo daß in jedem Augenblick Verſchluckung und Erzeugung von Dampf Statt haben wird. Der ſich erzeugende wird Kälte und der ſich verdichtende, Wärme hervorbringen müſſen; während mithin das W. erkaltet, muß ſich die S. erhitzen. Auch wird letztres wirklich der Fall ſeyn, nicht bloß weil bei Condenſirung des Waſſerdampfs alle darin enthaltene latente Wärme frei wird, ſondern auch weil, wie wir in der Folge ſehen werden, das tropfbare W. beim Act der Verbindung mit dieſer S. eine bedeutende Wärmeentbindung veranlaßt (418). In jedem Fall aber wird das W. ſchnell auf Null herabkommen, manchmal mit einer Art kochender Bewegung, darauf nach Verlauf einer gewiſſen Zeit gefrieren, und zwar immer um ſo ſchneller, je niedriger die T. der Atmoſphäre iſt, bei welcher man operirt, je vollkommner man die Luft ausgepumpt hat, je weniger die Quantität des angewandten Waſſers in Verhältniß zu der der Säure beträgt, und je größer die abſorbirende Oberfläche der letztern iſt. Mittelſt einer Maſchine, welche die Luft bis

---

1) Anſtatt der Schwefelſäure kann man auch zerfließliche Körper anwenden, wie Chlorcalcium (waſſerfreien ſalzſauren Kalk), ſalpeterſauren Kalk in Stücken. Leslie ſelbſt hat ganz neuerlich den Porphyrtrapp in Zerſetzung, gepulvert und im Ofen getrocknet und noch neuerlicher das leicht geröſtete Hafermehl angewandt (Annales de Chimie et de Physique, Tom. IV. pag. 443, und Tom. V. pag. 334); die erzeugte Kälte iſt aber dann minder groß.

ungefähr 7 Millimeter (3 Linien) übrig bleibenden Druck auspumpt, wird man leicht in 5 bis 6 Minuten 30 Grammen (2 Loth) W. zum Gefrieren bringen, wenn die T. des Wassers so wie die der Atmosphäre sich auf + 10 oder 12° (8 bis 10° R.) befand. Diese Resultate, so bemerkenswerth sie sind, lassen sich doch vollkommen durch die Theorie voraus sehen; was nicht so von den folgenden gilt.

Das Wasser behält auch noch, wenn es schon gefroren ist, die Neigung sich zu verflüchtigen: selbst wenn es bis auf — 40° herabgekommen ist. Der Beweis davon ist, daß sich beim vorigen Versuch das Eis bis auf diesen Grad erkalten läßt.*) Man umgebe nämlich die Kugel eines Thermometers mit einer Eisschicht, indem man sie zu wiederhohlten Malen in W. taucht, und jedesmal einer T. von einigen Graden unter Null aussetzt; hänge darauf dies Thermometer unter den Recipienten der Luftpumpe auf, stelle ferner in den obern Theil dieses Recipienten auf Trägern eine oder mehrere Schalen mit conc. Schwefels. hin und pumpe endlich den Recipienten so luftleer als möglich. Man wird das Thermometer von einem Grade zum andern herabsinken sehen, so daß endlich, unter Voraussetzung, daß der Versuch unter den günstigsten Bedingungen angestellt wird, der Stand des Queckſilbers bis — 40° (— 36° R.) und darunter herabkommt. (Annales de Chimie, t. LXXVIII., p. 177 et 183). (S. auch die Beobachtungen von Gay-Lussac über die durch Verdunstung von Flüssigkeiten entstehende Kälte, Ann. de Chimie et de Phys. t. XXI. p. 82).**)

---

*) Da nämlich bei diesem Versuch die Kälte nur durch die Verflüchtigung des W. zuwege kommt; so ist, wenn es bis null erkaltet und zu Eis geworden ist, dann aber noch weiter erkaltet, zu schließen, daß auch nach dem Erkalten bis Null die Verflüchtigung noch von Statten gehen, und dadurch dem Eise Wärme entziehen muß.

**) Einen interessanten Beleg zu der durch Verdunstung zu erzeugenden Kälte giebt auch der, von Wollaston erfundene und von ihm so genannte, Chryophorus. Man nimmt zu seiner Verfertigung eine Glasröhre von willkührlicher Länge, z. B. von der Länge der Barometerröhren, bläst an jedem Ende derselben eine Kugel an, die ungefähr den vierfachen Durchmesser der Röhre hat (etwa 1 Zoll), zieht die eine in eine Spitze aus, füllt die andre mit Wasser beinahe voll, und bringt dieses ins Kochen. Haben die Wasserdämpfe die Luft heraus getrieben, so schmelzt man die Spitze der obern Kugel vor dem Löthrohre zu, auf ähnliche Art, wie im Wasserhammer. Die eine Kugel bleibt dann noch etwa zur Hälfte mit W. gefüllt und der ganze Apparat ist fast luftleer. Man beugt die Röhre dicht vor jeder Kugel in einen rechten Winkel. Taucht man dann die leere Kugel in eine Frostmischung von Salz und Schnee, so friert das W. in der andern Kugel in wenig Minuten, obgleich es von der Frostmischung entfernt ist. (Gilb. Ann. 1814. XVIII. N. F. S. 175) der leere Theil der Röhre ist nämlich mit einem Theile Wasserdunst angefüllt, der sich an der innern Seite des Glases als Eis anlegt, wenn die Kugel im Salzgemenge bedeutend unter den

Von den chemischen Eigenschaften des Lichts.

68. Wir übergehen die physischen Eigenschaften des Lichts, um uns blos mit seinen chemischen zu beschäftigen, und zwar auch mit diesen nur im Allgemeinen; indem wir die erfahrungsmäßige Nachweisung derselben an den Orten, wo sich die Gelegenheit dazu darbietet, besonders geben werden.

Das Licht ist vermögend, eine große Menge chemischer Erscheinungen hervorzurufen; und zwar äußert sich seine Wirkung vornämlich auf die gefärbten Körper. Es verändert in mehr oder minder kurzer Zeit entweder für sich allein, oder unter Mitwirkung der Luft die meisten Mineral- und alle thierischen und pflanzlichen Farben; manche sogar in einigen Stunden; so die rothe Farbe des Safflors, womit man gewöhnlich Seide färbt. Unter allen diesen Umständen erfährt die Farbe, oder vielmehr der Körper, auf den das Licht wirkt, eine wahre Zersetzung. Bald verbinden sich seine Bestandtheile in einer andern Ordnung und treten zu neuen Körpern zusammen; bald entweicht einer seiner Bestandtheile, oder es verbindet sich einer mit einem Bestandtheil der Luft. Ganz dieselben Effecte lassen sich auch hervorrufen, wenn man der Wirkung des Lichts die einer größern oder geringern Menge Wärmestoff substituirt, welche manchmal der Rothglühhitze gleich kommen muß: und das Licht wirkt sonach auf manche Körper wie die Rothglühhitze. Diese Aehnlichkeit der Wirkung, verbunden mit dem Umstand, daß einerseits der stralende Wärmestoff in den meisten Fällen das Verhalten des Lichts nachahmt, andrerseits das, im Brennpunct einer Linse oder eines Hohlspiegels verdichtete, Licht Körper, welche durch die gewöhnlichen Mittel fast unschmelzbar sind, zu schmelzen vermag, hat mehrere Physiker auf den Gedanken gebracht, diese beiden Fluida möchten wohl ihrem Wesen nach eins seyn und sich in einander verwandeln können, so daß das Licht durch

---

Gefrierpunct abgekühlt wird. Dadurch entsteht ein leerer Raum, und das Wasser verdunstet in der nicht abgekühlten Kugel, um den verdichteten Dunst wieder zu ersetzen; weil sich aber das Verdunstete in der abgekühlten Kugel eben so schnell wieder verdichtet, als es erzeugt wird, so wird das Wasser in der Kugel durch Verdunstung bis zu einem solchen Grade erkältet, daß es in wenig Minuten zu einem Eisklumpen erstarrt. Die Röhre zwischen beiden Kugeln kann sehr lang seyn, ohne daß das Gefrieren dadurch erschwert wird; allein Luftgehalt in den Röhren hindert die Wirkung.

Statt die leere Kugel mit einer Frostmischung zu umgeben, kann man sie auch mit Leinwand umgeben, diese mit Aether befeuchten, und dann die Luft um sie verdünnen. Hier zieht dann die Verdunstung des Aethers an der einen Kugel, mittelbar die Verdunstung des Wassers in der andern herbei, und die erkältende Wirkung der Verdunstung kommt hier somit auf beide Kugeln ins Spiel.

seine Verbindung mit den Körpern zu Wärmestoff würde, der Wärmestoff dagegen, auf einen hohen Grad der Spannung gebracht oder angehäuft in einem Körper, zu Licht.

Diese Hypothese ist indeß keineswegs von Einwürfen frei. Solche lassen sich namentlich auf die Natur und Eigenschaften der verschiedenen Stralen gründen, aus denen das Licht zusammengesetzt erscheint. 1) Bekanntlich erwärmt der violette Stral das Thermometer weniger als der indigfarbene, dieser weniger als der blaue, dieser abermals weniger als der folgende und so fort bis zum rothen. 2) Herschel hat gefunden, daß es bis zu einer gewissen Weite jenseits des Spectrums noch Stralen giebt, die selbst den rothen Stral an erwärmender Kraft übertreffen; daß diese Stralen dunkel sind, oder wenigstens nur in so fern eine leicht-rothe Farbe annehmen, als man sie mittelst einer Linse concentrirt; daß es mit einem Worte nur Wärmestralen wären. Scheele hat nachgewiesen, daß der violette Stral unter allen Stralen des Lichts die stärkste chemische Wirkung auf mehrere Körper äußert; und Sennebier beobachtete, daß er auch allen andern in der Eigenschaft vorangeht, die grüne Farbe in den Pflanzen zu entwickeln. 4) Wollaston, Ritter, Beckmann versichern, daß man über den violetten Stral hinaus, außerhalb des Spectrums, dunkle Stralen, eben so wie jenseits des rothen, trifft, daß sie aber die charakteristische Eigenschaft besitzen, keine Wärme zu erzeugen und das Chlorsilber schneller zu schwärzen als der violette Stral, und alle andern farbigen Stralen. Mehrere Physiker glauben hienach, annehmen zu müssen, daß das Licht aus drei Arten von Stralen bestehe, aus Wärmestralen, denen es die Eigenschaft zu erwärmen verdankt; aus leuchtenden, die ihm die Eigenschaft zu leuchten ertheilen; und aus noch einer Art Stralen, welche gleich den Wärmestralen dunkel sind, und die chemische Wirksamkeit des Lichts bedingen. Die ersten sind minder brechbar als die zweiten, diese weniger als die dritten. Sie halten somit das Lichtfluidum und das Wärmefluidum für wesentlich verschiedene Fluida; wobei sie noch als Beweis anführen, daß das Mondlicht, im Brennpunct einer starken Linse concentrirt, keine merkliche Erhöhung des Thermometerstandes zuwege bringt. (Howard hat jedoch eine solche am Differentialthermometer wirklich bemerklich gemacht.)

Die Anhänger der entgegengesetzten Ansicht beantworten indeß diesen letzten Einwurf dadurch, daß sie sagen, der größere Theil des Mondlichts werde durch die Linse verschluckt, und der übrige, der sich im Brennpunct sammelt, sey so schwach, daß seine Wirkung in jedem Fall kaum merklich werden könnte. Weniger leicht fällt ihnen die Antwort auf die ersten Einwürfe; indeß sagen sie, die dunkeln Stralen,

welche sich jenseits des Sonnenspectrums befinden, seyen wahre Lichtstralen, nur zu schwach, um unserm Auge bemerkbar zu werden; was unbestreitbar sich dadurch darthun lasse, daß die Wärmestralen, im Brennpunct einer Linse gesammelt, röthlich erscheinen, und nach Berards Versuchen, gleich den Lichtstralen das Vermögen, polarisirt zu werden, besitzen (Ann. de Chim. t. LXXXV. p. 309); daß das Vermögen zu erwärmen, zu erleuchten, chemisch auf die Körper zu wirken, nicht diesem oder jenem Stral ausschließlich eigen ist, sondern daß alle diese drei Eigenschaften mehr oder minder vereinigen; daß, wenn man die Verschiedenheit der leuchtenden Stralen Modificationen des nämlichen Fluidums beimißt, man auch dasselbe von den dunkeln Wärmestralen in Bezug zu den leuchtenden Stralen überhaupt gelten lassen muß, und daß sonach Licht- und Wärmestoff dem Wesen nach gleich sind.

64. Wohin hat man sich nun wohl nach allen diesen Beobachtungen zu entscheiden? Man muß gestehen, daß die Entscheidung über die Frage, ob Licht- und Wärmefluidum identisch sind, noch nicht mit Bestimmtheit gegeben werden kann, und daß, bis neue Uetersuchungen mehr Gewißheit geben, es jedem frei steht, in dieser Hinsicht seine eigene Meinung zu haben. Uns anlangend, werden wir diejenige annehmen, nach welcher Licht und Wärme nur Modificationen eines und des nämlichen Fluidums sind.

64 †. Ich füge zu diesem Capitel die Angabe über die Brechung des Lichts durch verschiedene Substanzen. Die nachfolgende Tafel enthält in der ersten Spalte das Brechungsverhältniß oder die Zahl, mit welcher der Sinus des Einfallswinkels dividirt werden muß, um den Sinus des Brechungswinkels für den in diese Materie eindringenden Stral anzugeben. Die zweite Spalte enthält die Brechungskraft, die man findet, wenn man von dem Quadrate jener Zahl 1 subtrahirt. Die dritte Spalte enthält die Dichtigkeit des Körpers, wo sie bekannt war. Die vierte die specifische Brechungskraft oder die Zahl der zweiten Spalte mit der dritten dividirt *).

---

*) Entlehnt aus Gehlers physik. Wörterbuche dritte Aufl. I. 1160. Die Zahlen der ersten Spalten sind meistens nach Brewsters Angaben, mit Hinzufügung einiger Beobachtungen von Wollaston aufgeführt. Erstere finden sich ausführlich in Gilb. Ann. 1815. XX. Neue F. letztre ebend. I. N. F. S. 235. Gilb. Ann. 1818. 2 S. 60.

	Brechungsverhältniß.	Absolute Brech. Kr.	Dichtigkeit.	Specif. Brch. Kr.
Chromsaures Blei: der am stärksten, der am schwächsten gebrochene Strahl . . .	2,974 2,503	7,845 5,145		
Realgar (rothes Rauschgelb)	2,549	5,497	3,225	1,705
Diamant (braun gefärbter	2,487	5,185	3,521	1,473
Diamant (ein andrer . .	2,470	5,101		1,449
Diamant nach Newton . .	2,439	4,949		1,406
Phosphor	2,224	3,946	1,770	2,230
Spießglanzglas	2,216	3,910	4,946	0,790
Schwefel, gediegner (doppelt brechend)	2,115	3,473	2,033	1,708
Kohlensaures Blei				
doppelt brechend . . .	2,084 1,813	3,342 2,287		
Schwefelsaures Blei . .	1,925	2,706		
Granat	1,815	2,294	4,188	0,548
Blauer Sapphir	1,794	2,218	4,000	0,554
Rubin- Spinell	1,761	2,101	3,700	0,568
Chrysoberyll	1,760	2,098	3,710	0,565
Turmalin	1,668	1,782		
Kalkspath				
doppelt brechend . . .	1,665 1,519	1,772 1,307	2,715	0,653 0,481
Cassia- Oel	1,641	1,693		
Gelber Topas	1,638	1,684	3,550	0,474
Salmiak	1,625	1,640	1,420	1,155
Guajak	1,619	1,621	1,229	1,319
Flintglas				
nach Brewster . . (von	1,616	1,611		
(bis	1,596	1,547		
nach Frauenhofer für gelbe Strahlen	1,639	1,687	3,723	0,453
Anis- Oel	1,601	1,564		
Horn	1,565	1,449		
Bergkrystall	1,562	1,440	2,653	0,545
Burgund. Pech	1,560	1,434		
Steinsalz	1,557	1,424	2,143	0,664
Bernstein	1,552	1,409	2,230	0,632
Schwefelsaures Kupfer . .	1,547	1,393	1,080	1,290
Phosphorsäure, feste . . .	1,544	1,384	2,687	0,515
Crownglas	1,544	1,384	2,520	0,549
	1,534	1,353		0,537
Caoutchouc	1,534	1,353	0,933	1,450
Die verschiedenen Glasarten, welche Brewster anführt geb.	1,729	ein tief rothes Glas.		
bis	1,527	Tafelglas.		
Nelken- Oel	1,535	1,356	1,036	1,309
Salpeter	1,524	1,322	1,920	0,689
Gelbes Wachs	1,522	1,313	0,965	1,361
Arab. Gummi	1,512	1,286	1,452	0,886
Nuß- Oel	1,507	1,271		
Kampfer nach Wollaston . .	1,487	1,211	0,989	1,224

	Brechungsverhältniß.	Absolute Brech. Kr.	Dichtigkeit.	Specif. Brch. Kr.
Schwefelsaures Eisen doppelt brechbar; stärkste Br.	1,494	1,231	1,715	0,718
Terpentin-Oel	1,476	1,178	0,885	1,332
Borax	1,475	1,175	1,720	0,683
Oliven-Oel	1,470	1,161	0,915	1,269
Schwefelsäure	1,440	1,074	1,841	0,583
Flußspath	1,436	1,061	3,180	0,334
Salpeterfäure	1,406	0,977	1,480	0,660
Salzsäure	1,376	0,893	1,150	0,776
Alkohol	1,374	0,887	0,825	1,076
Ambra-Oel	1,368	0,870		
Eiweiß	1,361	0,853	1,090	0,783
Salzwasser	1,343	0,804		
Wasser	1,336	0,785	1,000	0,785
Eis	1,307	0,708	0,916	0,775
Tabascheer sehr harter aus Nagpore	1,182	0,397		
Tabascheer aus Hyderabad	1,1115	0,235		

Nachträglich folgen noch zu den, in dieser Tabelle enthaltenen, Resultaten, die nachstehenden, ebenfalls durch Brewster gefundenen, Zahlen, welche sich blos auf das Brechungsverhältniß beziehen (Gilb. Ann. 1815. II.).

		Brechungsverhältniß.
Zirkon, verdoppelt	stärkste Brechung	2,015
	schwächere Brechung	1,961
Pyrop		1,792
Zirkon (orangefarbner)		1,782
Rubellit		1,779
Kanelstein		1,750
Axinit		1,735
Dunkelroth gefärbtes Glas		1,729
Epidot, verdoppelt	stärkere Brechung	1,703
	schwächere Brechung	1,661
Boracit		1,701
Kohlensaurer Strontian, verdoppelt	stärkere Brechung	1,700
	schwächere Brechung	1,543
Orangefarbnes Glas		1,695
Chrysolith, verdoppelt	stärkere Brechung	1,685
	schwächere Brechung	1,668
Schwefelsaurer Baryt, verdoppelt, stärkere Brechung		1,664
Spargelstein		1,657
Topas (rother)		1,652
Hyacinthrothes Glas		1,647

	Brechungsverhältniß.
Schwefelsaurer Strontian	1,644
Topas (gelber)	1,638
—— (blauer von Aberdeenshire), verdoppelt	1,636
Opalartig gefärbtes Glas	1,635
Tolutanischer Balsam	1,628
Biebergeil (Castor)	1,626
Topas (blauer aus Cairngorm)	1,624
Beryll	1,598
Peruanischer Balsam	1,597
Gummi ammoniacum	1,592
Schildpatt	1,591
Smaragd	1,585
Balsam aus Styrax	1,584
Bouteillenglas	1,582
Weinsteinsäure, verdoppelt { stärkere Brechung }	1,575 }
{ schwächere Brechung }	1,518 }
Blaßroth gefärbtes Glas	1,570
Amethyst	1,562
Mastix	1,560
Harz	1,559
Terpentin von Chio	1,559
Zucker nach dem Schmelzen	1,555
Weihrauch? (Gum. Thus)	1,554
Chalcedon	1,553
Kopal	1,549
Kanadischer Balsam	1,549
Elemi	1,547
Olibanum	1,544
Sandarach	1,538
Selenit, verdoppelt, größere Brechung	1,536
Feldspath	1,536
Sassafrasöhl	1,532
Gefärbtes Glas, das man für Kanelstein hielt	1,530
Kopaiva-Balsam	1,528
Leucit	1,527
Tafelglas	1,527
Zitronensäure	1,527
Schellack	1,525
Myrrhe	1,524
Drachenblut	1,520
Schwefelsaures Kali	1,509

	Brechungsverhältniß.
Italien. Kümmelöl	1,508
Stilbit	1,508
Pimentöhl	1,507
Fenchelöl	1,506
Rosenholzöl	1,505
Schwefelbalsam	1,497
Angelikaöl	1,493
Maioranöl	1,491
Gemeines Kümmelöl (oil of caraway suds)	1,491
Biebergeilfett (castor oil)	1,491
Obsidian	1,488
Isopöl	1,487
Fönugrâcöl	1,487
Kajaputöl	1,483
Mandelöl	1,482
Sadebaumöl	1,482
Flöhkrautöl	1,481
Citronenöl	1,481
Krausemünzöl (oil of spearmint)	1,481
Thymianöl	1,477
Dillöl	1,477
Rübsenöl	1,475
Sandarach	1,473
Ziegelöl	1,471
Bergamotöl	1,471
Wallrathöl (?)	1,470
Rosmarinöl	1,469
Mohnöl	1,463
Lavendelöl	1,457
Kamillenöl	1,457
Buchsbaumöl	1,453
Hydro = Phosphorsäure	1,442
Rautenöl	1,433
Salpetrige Säure	1,396
Ein Weichthier (Medusa aequorea)	1,345
Kryolith	1,344

Die Tabelle über das Brechungsvermögen der Gasarten findet sich (114).

Von der Elektricität.

65. Man weiß, daß alle Körper eine gewisse Quantität (natürlichen, neutralen) elektrischen Fluidums besitzen; daß sich dieß Fluidum als aus zwei verschiedenen Fluidis zusammengesetzt betrachten läßt, nämlich aus dem positiven und aus dem negativen; daß, so lange diese beiden Bestandtheile des natürlichen elektrischen Fluidums mit einander in Verbindung sind, ihre Gegenwart sich durch kein Zeichen zu erkennen giebt; daß sie aber, so wie durch irgend eine Ursache das eine oder das andre oder beide aus dem gebundenen Zustande frei hervortreten, den Körpern, in welchen sie enthalten sind oder auf deren Oberfläche sie sich befinden, die Eigenschaft ertheilen, sich anzuziehen oder abzustoßen; daß die Körper sich abstoßen, wenn sie gleichartig elektrisirt sind, d. h. wenn sie das nämliche, positive oder negative, Fluidum in Ueberschuß enthalten, sich anziehen dagegen, wenn sie ungleichartig, der eine positiv der andre negativ, elektrisirt sind; endlich daß diese Erscheinungen in die Ferne Statt haben, und nach dem Gesetz des umgekehrten Verhältnisses des Quadrats der Entfernungen vor sich gehen. Hienach begreift man, daß, wenn ein binärer Körper unter solche Umstände gebracht würde, daß die Molecule A und B, aus denen er besteht, die einen positiv, die andern negativ würden, eine Trennung derselben erfolgen könnte, wofern ihnen nämlich freie Beweglichkeit gestattet wäre, wenn man die Zusammensetzung in die Gegenwart eines, mit positivem oder negativem Fluidum geladenen, Körpers brächte, und um so mehr, wenn man ihn zwischen zwei Körper brächte, deren einer negativ, der andre positiv elektrisch wäre; denn das negativ elektrisirte Molecul würde dann vom positiven Fluidum angezogen, und vom negativen abgestoßen werden; das positiv elektrisirte Molecul dagegen vom positiven abgestoßen und vom negativen angezogen.

Ganz hierauf gründet sich die Wirkungsart der Voltaischen Säule, eines Instruments, welchem die Chemie unter ihren Hülfsmitteln vielleicht den ersten Rang anzuweisen hat, und welches, nachdem es Voltas Erfindungsgeist hervorgebracht hatte, unter den Händen mehrerer Physiker und Chemiker, namentlich Davy's, die Quelle so vieler glänzenden Entdeckungen geworden ist.

66. — Voltaische Säule. — Wenn man zwei isolirte Metalle, die nur ihr natürliches elektrisches Fluidum besitzen, mit einander in Berührung bringt, z. B. eine Zinkscheibe und eine Kupferscheibe, so wird das Zink eben so stark positiv als das Kupfer negativ. Stellen wir mithin die El. des Zinks durch $+\frac{1}{2}$ vor, so wird die des Kupfers durch $-\frac{1}{2}$ auszudrücken seyn. Unter dieser Voraus-

setzung wollen wir sehen, was aus diesen Elektricitäten in den, jetzt von uns nach einander zu untersuchenden, Fällen wird.

Während die Scheiben, deren respective Elektricitäten durch $+\frac{1}{2}$ und $-\frac{1}{2}$ vorgestellt sind, so übereinanderliegen, bringe man eine derselben in leitende Gemeinschaft mit dem Boden. Ihr elektrischer Zustand wird null werden, der elektrische Zustand der andern Scheibe aber sich auf + 1 oder — 1 steigern, je nachdem es die Zink- oder die Kupferscheibe ist. Der Boden giebt somit die ganze Quantität, welche hiezu erforderlich ist, her. Man halte die Scheiben isolirt, anstatt sie mit dem Boden in Gemeinschaft zu setzen, und bringe den el. Zustand der Zinkscheibe, durch Berührung mit positivem Fluidum, auf — 3; der des Kupfers wird zu + 2 werden. Man wiederhole den Versuch, bald mit dem positiven, bald mit dem negativen Fluidum, indem man successiv den elektrischen Zustand der Zinkscheibe gleich + 3, + 2, + 0, 0, — 1, — 2, u. s. w. macht; der des Kupfers wird respectiv unter den nämlichen Umständen werden + 2, + 1, 0, — 1, — 2, — 3; kurz welche Abänderungen man auch hiebei treffen mag, der Zustand beider Scheiben wird immer um eine Einheit unterschieden seyn, so lange sie übereinandergelegt und in Berührung mit einander befindlich sind.

Gesetzt jetzt, man habe auf eine isolirende Unterlage I (Taf. VII. Fig. 1.) die Kupferscheibe C und die Zinkscheibe Z gelegt, deren Elektricitäten der Voraussetzung zufolge respectiv — 1 und + 1 sind, und man lege auf letztre Scheibe eine, mit Wasser getränkte, Pappscheibe H, welche nur als Leiter diene, dann auf die Pappscheibe eine neue Kupferscheibe C^I, was wird eintreten müssen? Die Zinkscheibe Z wird durch den leitenden Zwischenkörper, die Pappe, die Hälfte ihres Fluidums an die Kupferscheibe C^I abgeben müssen. Da erstre $+\frac{1}{2}$ von Fluidum enthält, so scheint es dem ersten Anblick nach, als könne sie blos $+\frac{1}{4}$ an C^I abtreten; wenn jedoch dem also wäre, so würde der elektrische Zustand der Kupferscheibe C $-\frac{1}{2}$ seyn; während der der Zinkscheibe Z nur $+\frac{1}{4}$ betrüge.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Zuständen aber muß (damit Gleichgewicht Statt habe) der Einheit gleich seyn, und die Summe der Elektricitäten der drei Scheiben Null betragen. Hienach wird die Elektricität der Scheibe C seyn gleich $-\frac{2}{3}$, die der Zinkscheibe Z $+\frac{1}{3}$ und die der Kupferscheibe C^I auch $+\frac{1}{3}$. Gesetzt man lege dann die Zinkscheibe Z^I auf die Kupferscheibe C^I, so wird eine neue Vertheilung von elektrischem Fluidum Statt haben, und zwar der Art, daß diese neue Scheibe eine Einheit mehr, als die Kupferscheibe C^I enthält, daß diese eben so viel davon enthält, als die Zinkscheibe Z,

und endlich, daß diese letztre eine Einheit mehr, als die Kupferscheibe C enthält: wonach erhellt, daß der elektrische Zustand des Kupfers C — 1 wird, der des Zinks null, der der Kupferscheibe C^I null und der des Zinks Z^I + 1. Man wird leicht auf dieselbe Weise den elektrischen Zustand einer beliebigen Anzahl so übereinanderzuschichtender Scheiben bestimmen können, wenn man sich nur erinnert, daß eine Differenz um eine Einheit zwischen den elektrischen Zuständen je zweier, in Berührung mit einander befindlicher, Kupfer- und Zinkscheiben Statt finden muß, keine Differenz aber zwischen den, durch befeuchtete Pappe getrennten, Scheiben, und daß in allen Fällen die Summe der Elektricität der verschiedenen Scheiben gleich null seyn muß. Ist die Anzahl der Scheiben gerade, so wird man den elektrischen Zustand der Scheibe C erhalten, indem man diese Zahl mit 4 dividirt und dem Quotienten das Zeichen — giebt. Die Zahl der Scheiben sey z. B. 16; so wird der elektrische Zustand der Scheibe C seyn — 4 und mithin der der andern Scheiben in ihrer Aufeinanderfolge — 3, — 3, — 2, — 2, — 1, — 1, 0, 0, + 1, + 1, + 2, + 2, + 3, + 3, + 4. In diesem Falle wird es nach Oben eben so viel positive als nach Unten negative Scheiben geben; je zwei Scheiben von gleicher Stelle in der obern und in der untern Hälfte werden der Intensität nach gleich, dem Vorzeichen nach aber entgegengesetzt elektrisirt seyn; ausgenommen die der Mitte, welche sich auf Null befinden. Die Stärke der Elektricität der Scheiben wird mit ihrer Nähe an den Enden der Säule und mit der Zahl der Scheiben zunehmen. Ist die Anzahl der Scheiben ungerade, so wird sich der elektrische Zustand der Scheibe C ergeben, wenn man die Hälfte dieser Zahl plus 1 und die Hälfte derselben minus 1 nimmt, beide mit einander multiplicirt, das Product mit der Zahl der Scheiben dividirt, und dem Quotienten das Vorzeichen — giebt. Gesetzt z. B. man habe 5 Scheiben: der elektrische Zustand der Scheibe C wird seyn 3 multiplicirt mit 2 und dividirt mit 5, d. i. $\frac{6}{5}$; und mithin der elektrische Zustand der vier andern Scheiben — $\frac{1}{5}$, — $\frac{2}{5}$, + $\frac{4}{5}$, + $\frac{4}{5}$.

Die Scheiben werden sich so lange in dem besprochnen Zustande befinden, als sie isolirt bleiben; dieser Zustand aber wird sich mit aufgehobener Isolation ändern. Es erhellt nämlich nach dem Vorstehenden 1) daß, wenn man die Scheibe C mit dem Erdboden in Verbindung bringt, der elektrische Zustand dieser Scheibe null werden wird, und der der andern nothwendig + 1, + 1, + 2, + 2 u. s. w.; 2) daß, wenn man dagegen die obere Scheibe Z^{XI} in Verbindung mit dem Erdboden setzt, die Elektricität dieser Scheibe, wie vorhin die der Kupferscheibe C, null werden wird; die Zustände der unter ihr

befindlichen Scheiben dagegen nach der Reihe — 1, — 1, — 2, — 2, — 3, — 3, u. s. w. Es ergiebt sich auch, daß ohne die Zwischeneinbringung feuchter Leiter zwischen die verschiednen Scheibenpaare, der elektrische Zustand aller Paare ganz der nämliche seyn wird; indem im Fall der Isolirung jede Kupferscheibe — $\frac{1}{2}$ und jede Zinkscheibe + $\frac{1}{2}$ hat, im entgegengesetzten Fall aber die Elektricität der Zinkscheiben null, die der Kupferscheiben — 1, oder die der Kupferscheiben null und die der Zinkscheiben + 1 wird, je nachdem das Zink oder das Kupfer mit dem Boden in Verbindung gebracht ist. Ueber das Nähere dieser Theorie ist auf die physikalischen Lehrbücher zu verweisen.

67. Durch Uebereinanderschichten von Zink-, Kupfer- und feuchten Pappenscheiben brachte Volta zuerst den Apparat zu Stande, den man nach ihm benannt und nachher ausnehmend verbessert hat. Man giebt den Endscheiben oder Platten daran den Namen Pole; der positive Pol ist die äußerste Zinkscheibe, der negative die äußerste Kupferscheibe des Apparats.

68. Nach vielfachen Versuchen hat man erkannt, 1) daß das Zink und das Kupfer die beiden Metalle sind, welche zum Aufbau des Voltaischen Apparats vor den übrigen den Vorzug verdienen, erstens, weil man sie sich leicht verschaffen kann, zweitens, weil sie durch wechselseitige Berührung in einen stärkern elektrischen Zustand kommen, als die meisten andern Metalle. 2) Daß es einen großen Vortheil gewährt, die beiden Zink- und Kupferstücke, welche das ausmachen, was wir vorhin ein Paar nannten, künftig aber ein Element der Säule nennen werden, zusammenzulöthen, indem man hiedurch eine vollkommene Berührung erhält und die Oxydation der Berührungsflächen verhütet. 3) Daß das reine Wasser einen weit minder guten Leiter abgiebt, als das mit Salz, oder noch besser mit Säure, geschwängerte; und daß unter den Säuren die Salpetersäure, mit etwas Schwefelsäure gemischt, diejenige ist, welche die meiste Wirkung giebt oder die Elektricität am schnellsten von einem Elemente zum andern fortleitet. 4) Daß sich anstatt runder Platten mit demselben Erfolg viereckige oder irgend anders geformte Platten anwenden lassen. 5) Daß, da die chemischen Wirkungen einer Säule hauptsächlich von der Spannung der in ihr entwickelten Elektricität abhängen und da diese Spannung in geradem Verhältniß mit der Anzahl ihrer Elemente steht, unabhängig von ihrer Dimension, es vorzuziehen ist, sich zur Hervorbringung dieser Wirkungen einer Säule mit kleinen, als einer mit großen Platten zu bedienen, vorausgesetzt, daß die übrigen Umstände gleich sind, die Summe der Oberflächen nämlch sich gleich verhält. 6) Daß die Säulen mit großen Platten nur in einigen Fällen zweckmäßig sind,

namentlich in solchen, wo man Metalldrähte verbrennen will, weil es hier darauf ankommt, die Strömung einer großen Quantität von Fluidum zu bewirken, welche der Oberfläche der Platten proportional zu seyn scheint. 7) Daß, wenn man die Säule vertical stellt, und Pappe, Papier oder Tuch zur Aufnahme des feuchten Leiters anwendet, sich nur sehr Wenig von demselben zwischen die verschiedenen Elemente bringen läßt, daß der verticale Druck die Flüssigkeit auspreßt, ihr Herabfließen längs der Säule und dadurch eine mehr oder minder große leitende Verbindung zwischen sämmtlichen Theilen derselben hervorbringt, wodurch nothwendig ihre Wirksamkeit geschwächt wird. 8) Daß man diesem doppelten Uebelstande abhilft, wenn man die Elemente der Säule in gewisser Entfernung von einander auf nicht leitenden Körpern horizontal reiht, und den Raum, der dann zwischen ihnen bleibt, unten und seitlich durch ebenfalls nicht leitende Körper schließt, so daß Zellen entstehen, welche man mit der leitenden Flüssigkeit füllt, wodurch man eine horizontale Säule erhält. 9) Daß man den nämlichen Zweck erreicht, wenn man rechteckige Platten nimmt, sie blos mit ihren Enden vereinigt, die so erhaltenen Elemente bogenförmig krümmt, sie in Gefäße voll leitender Flüssigkeit tauchen läßt, so daß jedes Gefäß die Kupferplatte eines Elements und zugleich die Zinkplatte des nächsten aufnimmt, ohne daß sie doch in Berührung mit einander kommen.

Man hat nach diesen verschiednen Grundsätzen eine große Menge Voltaischer Apparate eingerichtet. Wir werden nur zwei Arten beschreiben, die uns künftig von Gebrauch seyn werden.

69. Errichtung eines Apparats mit kleinen Elementen, bestehend aus aneinandergelötheten Platten. — Man nimmt einen kleinen Kasten oder Trog von Eichenholz, der etwas tiefer und breiter ist, als die Platten, deren man sich bedient, und überzieht den Boden mit einer Lage Kitt (bestehend aus 4 Theilen Ziegelmehl, 3 Harz und 1 gelbem Wachs), von 4 bis 5 Millimeter (ungefähr 2 Lin.) Dicke. Mittelst etwas Kitts befestigt man eine erste Doppelplatte an die innere Wand des Endes CC′ des Kastens (Taf. VII. Fig. 2.); taucht dann in ein Bad vom ebenerwähnten Kitt die gebogene Glasröhre (Taf. VII. Fig. 3.) und legt sie längs der untern und seitlichen Ränder der in den Kasten gebrachten Platte an (S. die Röhre an der Platte befestigt Taf. VII. Fig. 4.). Darauf nimmt man eine zweite Doppelplatte, überzieht ihre seitlichen und untern Ränder mit Kitt, und legt sie, der ersten vollkommen gegen über, gegen die Röhre an, so daß die Zinkfläche der einen Doppelplatte, der Kupferfläche der andern entgegensieht; an diese neue Platte legt man eine zweite Glasröhre an u. s. f. indem man Sorge

trägt, alle Röhren und Platten auf parallelen Ebenen und in gleichen Entfernungen von den Rändern des Kastens anzuordnen. Auf diese Weise bleiben zwischen den Rändern des Kastens und den seitlichen Theilen jedes Elements (jeder Doppelplatte) zwei leere Räume, in welche man Kitt gießt, um dem ganzen Apparat Festigkeit zu verleihen. Die Dicke der Zinkplatten muß drei- bis viermal so viel, als die der Kupferplatten betragen; ihre Höhe muß sämmtlich ungefähr 12 Centimeter ($4\frac{1}{2}$ Zoll) auf 6 Centimeter Breite ($2\frac{1}{4}$ Zoll) betragen. Jeder Kasten, den man so verfertigt, darf deren nur ungefähr 120 bis 125 enthalten, damit sie leicht tragbar seyen und keine Schwierigkeit in der Handhabung machen (S. Taf. VII. Fig. 2.). (Dieser Apparat führt den Namen des Trogapparats.)

CC′C″C‴, hölzerner Trog — DD′, Zinkplatte — EE′, Kupferplatte, welche an die Zinkplatte DD′ gelöthet ist — II′ Glasröhre, mit Kitt überzogen, um das erste Element vom zweiten zu trennen und die Zelle OO′ zu bilden — TT′T″T‴, Kitt, der zwischen die Wände des Kastens und die Platten gegossen ist.

69 bis. Einrichtung eines Apparats mit rechteckigen Platten, welche mit ihren Enden in Berührung mit einander gebracht und gebogen sind. Diese Einrichtung ist so einfach, daß ein Blick auf die Tafel VIII., welche sie darstellt, sie sogleich verständlich machen wird. Man wird überdieß ihre nähere Beschreibung in der alphabetischen allgemeinen Erklärung der Kupfertafeln zu Ende des letzten Bandes unter dem Artikel Voltaischer Apparat finden, worauf ich verweise. Ein Apparat mit dieser Einrichtung gewährt den Vortheil, der leitenden Flüssigkeit mehr Oberfläche darzubieten, und, bei Gleichheit der übrigen Umstände, stärkere Wirkungen im Schmelzen und der Verbrennung als durch andre Einrichtungen zu gewähren.

70. Nachdem wir die Einrichtung des Voltaischen Apparats erörtert haben, ist die Art auseinanderzusetzen, wie man ihn auf die Körper wirken läßt, und welche Wirkung er darauf äußert. Gesetzt also zuvörderst, er stehe durch den Kupferpol in leitender Verbindung mit der Erde; so werden alle andern Elemente, wie wir eben sahen, positiv werden. Bewerkstelligt man alsdann zwischen dem Zinkpol, dessen elektrische Spannung sehr groß ist, und dem Kupferpol, dessen Spannung null ist, eine Verbindung durch einen vollkommenen Leiter, z. B. einem Metalldraht, so wird der positive oder Zinkpol einen Theil seines Fluidums an den Kupferpol abgeben, und diesen durch Entnehmen aus dem, unmittelbar unter ihm befindlichen, Element ersetzen, welches seinerseits nun dem folgenden Element El. entziehen wird u. s. f. bis zum Kupferpol; so daß das Fluidum unaufhörlich

vom positiven Pol zum negativen durch die Elemente des Apparats und den zwischen ihnen befindlichen flüssigen Leiter hindurch circuliren wird. Da es nun schneller vom Zinkpol zum Kupferpol durch den Metalldraht, als von einem Element zum andern durch die dazwischen befindliche Flüssigkeit gehen wird, so folgt, daß die Pole sich auf dem nämlichen Grade der Spannung befinden werden; die Elemente der Säule anlangend, so werden sie sich demselben mehr oder minder nähern, je nachdem die zwischeneingebrachte Flüssigkeit ein mehr oder minder guter Leiter ist. Wenn man aber, anstatt die beiden Pole durch einen Metalldraht in Verbindung zu setzen, ihre Verbindung durch einen Körper bewerkstelligt, der das el. Fluidum weit minder gut leitet, als die, zwischen die Elemente gebrachte, Flüssigkeit, so wird das elektrische Fluidum weit minder schnell vom Zinkpol zum Kupferpol, als vom Kupferpol zum Zinkpol, übergehn; so daß der Apparat sich fast im nämlichen Zustand befindet, als wenn kein Leiter vorhanden wäre. Es leuchtet ein, daß diese verschiedenen Erscheinungen ebenfalls eintreten, wenn man, bei bewerkstelligter Leitung zwischen den Polen, den Zinkpol, nicht aber den Kupferpol mit der Erde in Verbindung setzt: nur wird dann das (negative) Fluidum durch die Leiter vom negativen Pole zum positiven, und durch das Innere der Säule vom positiven Pole zum negativen Pole gehen, d. h. die Circulation wird gerade die umgekehrte Richtung von Vorhin verfolgen. Nimmt man endlich die Säule für isolirt an, so wird man zwei Ströme haben, einen von positivem Fluidum, welcher vom Zinkpol zum Kupferpol zu gehen strebt und den andern von negativem Fluidum, der die Richtung vom Kupferpol zum Zinkpol verfolgt. Hierin der Grund der Wirkungsart der Säule.

71. **Art, den Voltaischen Apparat auf die Körper wirken zu lassen.** — Um den Voltaischen Apparat auf einen Körper wirken zu lassen, fügt man zwei dicke metallische Drähte oder Leiter, bald von Messing bald von Platin, den einen an seinen positiven, den andern an seinen negativen Pol; füllt die Zellen des Apparats fast ganz mit verkäuflicher Salpetersäure, verdünnt mit dem 14 bis 15 fachen ihres Gewichts Wasser, und setzt den Körper, auf welchen die Wirkung Statt haben soll, einerseits mit dem Ende des positiven, andrerseits mit dem Ende des negativen Drahts in Verbindung, so daß diese Drähte sich nicht berühren und gewöhnlich blos um einige Millimeter von einander abstehen. Bei Gleichheit aller übrigen Umstände wird die Wirkung um so kräftiger seyn, je kleiner man den Abstand der freien Enden beider Drähte von einander einrichtet, und je besser man die leitende Verbindung der Drähte mit dem Apparate bewerkstelligt. Man nähert die Drähte einander

beliebig, indem man sie mit recht trocknen Händen, oder besser noch mittelst zweier Glasröhren, durch welche man sie hindurchgehen läßt, anfaßt. Was die Verbindung der Drähte mit dem Apparate betrifft, so läßt sie sich nicht wohl anders bewerkstelligen, als indem man die Drähte an die Pole löthet, einen an den positiven, den andern an den negativen oder an Messingplatten, welche in die äußersten Zellen des Apparats tauchen. S. Taf. VII. Fig. 2.

P'P Apparat — FF' Drähte, welche einerseits in das W. des Schälchens M, andrerseits in die äußersten Zellen des Apparats mittelst Messingplatten, an welche sie gelöthet sind, tauchen. In Fig. 5. sieht man einen dieser Drähte an eine Platte gelöthet.

72. Es geschieht zuweilen, daß ein einziger Trog nicht die gewünschte Wirkung hervorzubringen vermag: dann vereinigt man deren mehrere zur Voltaischen Batterie. - Diese Vereinigung geschieht auf sehr einfache Weise mittelst eines Messingdrahts, der sich in zwei Metallplatten, gewöhnlich von Messing, endigt, von welchen man die eine in die positive Zelle des ersten, und die andre in die negative des zweiten tauchen läßt; eine Einrichtung, die beide Tröge offenbar auf den nämlichen Fall zurückbringt, als wenn sie nur einen einzigen ausmachten, weil sie auf folgerechte Art in Verbindung gebracht sind. Man kann auf diese Weise deren drei, vier, fünf und noch mehr mit einander vereinigen. Um sie auf die Körper wirken zu lassen, verfährt man übrigens, wie vorhin; nur daß man einen der Drähte, welche das Fluidum zum Körper leiten sollen, vom negativen Pol des ersten, den andern vom positiven des letzten Trogs ausgehen läßt. (S. Taf. VII. Fig. 6., drei mit einander in Verbindung gebrachte Tröge.)

C, C' Leitungsdrähte, von denen der erste die Verbinbung zwischen dem Troge AA' und dem Troge BB', der zweite zwischen BB' und DD' bewerkstelligt. — H, H' andre Leitungsdrähte, welche von den Polen der Batterie ausgehen, um sie auf die verschiednen Körper wirken zu lassen. — M Fig. 7., Leitungsdraht, dessen von vorn dargestellte, Platte P in die äußerste Zelle des Trogs AA' taucht, während die, nur der Seitenlinie nach sichtbare, Platte P' in die äußerste Zelle des Trogs BB' eingesenkt ist.

In dem Maße, als die Säure auf das Kupfer oder auf das Zink wirkt, verliert der Apparat an Kraft: weßhalb man dieselbe von Zeit zu Zeit wieder anfrischen muß. Zu diesem Zwecke leert man die Tröge, wenn sie nach der (69) beschriebenen Art eingerichtet sind, indem man sie umkehrt, bringt sie in ihre vorige Lage und füllt sie von Neuem mit verdünnter Säure: alsdann, wenn der Versuch vollendet ist, leert man sie abermals, wäscht sie zu wiederholten Malen und

hält sie umgekehrt, um sie austropfen zu lassen, damit die Platten nicht mehr durch fortdauernde Wirkung angegriffen werden. Ist der Apparat aber nach der (69 bis) angegebenen Weise eingerichtet, so ist zur Unterhaltung seiner Wirkung vorzuziehen, von Zeit zu Zeit etwas conc. Säure in die Gefäße, worein die Platten tauchen, zu gießen; und um der Wirkung Einhalt zu thun, braucht man dann nur die Platten aus den Gefäßen zurückzuziehn, sie einige Zeit hindurch in Wasser zu legen und dann in der Luft aufgehangen zu lassen.

73. Wirkung des Voltaischen Apparats auf die Körper. — Der Voltaische Apparat ist ohne Wirkung auf die Körper, welche Nichtleiter des elektrischen Fluidums sind, wie die Gasarten, den festen Schwefel, die Oele, die Fette, das Glas, die recht trockne Haut u. s. w.; wenigstens würde eine Wirkung des Apparats auf sie nur in so fern eintreten können, als man die Leitungsdrähte einander genug näherte, um dem Fluidum zu gestatten, in Gestalt von Funken durch die Körper hindurchzugehen. Dagegen wirkt der Apparat mehr oder minder kräftig auf die Körper, welche Leiter dieses Fluidums sind; strebt diejenigen derselben, welche einfach sind, zu erhitzen, zu schmelzen und selbst in Gasgestalt zu bringen, die zusammengesetzten noch überdieß in ihre Bestandtheile zu zerlegen.

1) Man befestige einen ganz feinen Eisendraht an das Ende eines der Messing- oder Platindrähte, welche an die Pole einer starken, aus großen Platten bestehenden, Batterie gefügt sind, z. B. an den Zinkpol; man fülle die Zellen mit Säure an, bringe alsdann den Eisendraht mit dem Messingdrahte des Kupferpols in Berührung, und man wird sogleich sehen, wie ich mit Hachette beobachtet habe (Annales de Chimie), daß der Eisendraht in Stickstoffgas blos glüht, wenn er aber in atmosphärische Luft oder in Sauerstoffgas gebracht wird, schnell verbrennt. Diese Wirkung wird um so kräftiger hervortreten, je größer die Platten sind und von je geringerm Durchmesser der Eisendraht ist: wäre mithin dieser Draht hinlänglich dick, so würde er sich nicht merklich erhitzen, weil, sagt man, in diesem Falle alles Fluidum an der Oberfläche des Drahts hingehen könnte, während im andern, wegen unzureichender Oberfläche des Drahts, das Fluidum ins Innere desselben dringen und den Wärmestoff daraus entbinden könnte. Die Voltaische Batterie wirkt also auf die nämliche Weise, als eine gewöhnliche elektrische von Leydner Flaschen; auch ist sie nichts anders als eine solche mit der Eigenschaft, sich nach jeder Entladung sogleich von selbst wieder zu laden.

2) Man nehme anstatt des Eisens Kohle. Wenn der Apparat sehr kräftig, isolirt, und die Kohle im leeren Raume befindlich ist, so wird sie glühend werden und lange Zeit leuchtend bleiben.

Aus diesem Versuch, der mit dem vorigen, die Dauer abgerechnet, übereinkommt, hat Sir Humphry Davy, von welchem er herrührt, geschlossen, der Wärmestoff möchte wohl nichts anders als eine Zusammensetzung aus positivem und negativem el. Fluidum seyn.

3) Da die recht trockne Haut das el. Fluidum schlecht leitet, so folgt, daß, wenn man eine Verbindung zwischen den beiden Polen einer Säule mit unbenetzten Fingern bewerkstelligt, nur eine theilweise Entladung derselben erfolgt und nur eine schwache Erschütterung erhalten wird. Wenn man dagegen die Finger erst mit einer recht gut leitenden Fl. netzt, z. B. mit einer sauren Auflösung; alsdann zwei metallische Körper damit faßt, und durch diese die Verbindung mit den Polen der Säule bewerkstelligt, so entladet sich die Säule plötzlich und bringt eine heftige Erschütterung hervor, die sich mehr oder minder in die Organe verbreitet, und anhaltend ist, indem das el. Fluidum unaufhörlich von einem Pole zum andern durch die Arme kreist.

74. Der Voltaische Apparat erhöht die Temperatur der zusammengesetzten Körper so wie die der einfachen; wie aber bringt er die Zersetzung derselben zuwege? Dieß haben wir jetzt zu untersuchen, und werden hiebei Grotthuss folgen (Annales de Chimie, tome LVIII, page 54). Wenn man die Enden zweier, an die Pole einer in Wirksamkeit gesetzten Säule gefügten, Drähte in Berührung mit einem Körper bringt, der sich durch diese Säule zersetzen läßt, so werden die Molecule, aus welchen die, zwischen dem positiven und dem negativen Pole befindlichen, Theilchen bestehen, sich polarisiren, d. h. ihr natürliches elektrisches Fluidum wird sich zersetzen; die einen Molecule werden positiv werden und sich nach dem negativen Pole hinwenden, während die andern negativ werden und sich nach dem positiven Pole hinwenden. Gesetzt, es seyen nun fünf Theilchen zwischen diesen beiden Polen, und jedes derselben bestehe aus zwei Moleculen. Wir wollen mit A das positive und mit B das negative Molecul des ersten Theilchens bezeichnen; mit A′ das positive und mit B′ das negative Molecul des zweiten u. s. w.: es wird die, auf Taf. VII. Fig. 8. zu beobachtende Anordnung daraus hervorgehen, wo der positive Pol durch P, der negative durch N bezeichnet ist. Da nun der negative Draht alle Molecule A anzieht und alle Molecule B abstößt, der positive dagegen alle Molecule B anzieht und alle Molecule A abstößt, so werden letztre sich successiv nach dem Ende des negativen Drahts begeben, während zugleich erstre nach dem Ende des positiven hinstreben. Es kann aber jedes negative Molecul nur frei werden, nachdem es sich in seinem Uebergange momentan und successiv mit allen positiven Moleculen verbunden hat, die es auf seinem Wege

antrifft; und umgekehrt wird sich jedes positiv elektrisirte Molecul (successiv) mit allen negativ elektrisirten Moleculen verbinden, mit denen es zusammentrifft. Das Molecul B z. B. wird sich, wenn es das Molecul A verläßt, mit A′ verbinden, dann sich von letzterm trennend mit A″ eine Verbindung eingehn, von diesem an das Molecul A‴ treten und so bis zum positiven Draht gelangen, wo es, aus aller Verbindung frei hervorgetreten, mit seinen sämmtlichen charakteristischen Eigenschaften erscheint. Das Nämliche läßt sich auf jedes andre in Betracht gezogene Molecul anwenden: so wird sich das Molecul A^{IV} bei der Trennung vom Molecul B^{IV}, welches auf dasselbe folgt, mit dem Molecul B‴ verbinden u. s. f.; woraus erhellt, daß die, durch gleiche Kräfte nach entgegengesetzter Richtung getriebenen, Molecule A^{IV} und B, sich in gleichem Abstande von beiden Polen vereinigen werden.

Anstatt nun, wie so eben, fünf Theilchen zwischen beiden Polen anzunehmen, wollen wir uns jetzt deren eine unendliche Menge dazwischen befindlich denken. Es leuchtet ein, daß in dem Maße als die, welche sich in der Strömung des Fluidums befinden, zersetzt werden, andre an ihre Stelle treten, und so die Zersetzung irgend einer gegebenen Quantität eines Körpers möglich wird, wofern nur die Säule immer in Wirksamkeit bleibt.

Alle jetzt besprochenen Erscheinungen werden auch noch in dem Falle Statt haben, wo einer der Pole der Säule mit der Erde in leitender Verbindung steht. Es wird dann allerdings nur Einen (auf die einen Molecule) anziehenden und (auf die andern) abstoßenden Pol geben, seine Kraft aber wird das Doppelte von der betragen, die er im Fall der isolirten Säule besessen hätte. Betrachten wir z. B. eine isolirte Säule, bestehend aus sechs Elementen oder zwölf Platten; die El. des Kupferpols wird — 3, die des Zinkpols + 3 seyn (66). Setzt man nun einen dieser Pole mit der Erde in leitende Verbindung, so wird seine El. null, die des andern + 6 oder — 6 werden, je nachdem die Isolirung des Kupferpols oder Zinkpols aufgehoben worden ist.

75. Zu mehrerer Verdeutlichung der so eben auseinandergesetzten Theorie, wollen wir die Anwendung davon auf die Zersetzung des W. machen. Das W. ist eine Zusammensetzung aus zwei Stoffen, welche im freien Zustande gasförmig sind und wovon der eine den Namen Sauerstoff, der andre den Namen Wasserstoff empfangen hat. Läßt man den Voltaischen Apparat auf diese Fl. wirken, so begiebt sich der Srst. zum Ende des positiven, der Wsst. zum Ende des negativen Drahts. Die Wassertheilchen polarisiren sich mithin auf solche

Art, daß ihre Sauerstoffmolecule negativ, ihre Wasserstoffmolecule positiv werden; für die ersten gilt also die Bezeichnung A, für die andern B (S. Taf. VII. Fig. 8).

Nun verbindet sich der Wasserstoff fast mit keinem Metall, der Srst. dagegen mit allen, ausgenommen dem Golde, dem Platin und einigen andern, und bildet mit ihnen feste Zusammensetzungen. Der Wsst. wird sich mithin fast immer in Gaszustande am Ende des negativen Drahts entbinden, der Sauerstoff dagegen am Ende des positiven Drahts in diesem Zustande nur dann frei werden, wenn man Drähte aus einem der ausnahmweise erwähnten Metalle, wie Gold oder Platin, anwendet (im Gegenfall nämlich wird der Srst. nicht frei sondern verbindet sich mit der Substanz der Drähte, oxydirt sie). Die, sich bei hierüber anzustellenden Versuchen entbindenden, Gasarten aufzufangen, verschließe man den untern Theil eines Glastrichters mit einem Pfropf, durch welchen, ohne sich zu berühren, die beiden goldnen Leitungsdrähte, negativer und positiver, hindurchgehen; überziehe den Pfropf inwendig und auswendig mit Siegellack; fülle den Trichter zur Hälfte mit W. an, und stürze über die beiden Drähte, welche ungefähr um 4 Millimeter (fast 2 Lin;) vorstehen müssen, zwei kleine, mit W. gefüllte, Glasglocken. (S. Taf. VII. Fig. 9).

Wenn die Säule kräftig wirkt und insbesondre, wenn das W. etwas Salz oder besser noch Säure erhält, wodurch sein Leitungsvermögen (und mithin der die Zersetzung bedingende Durchgang des Stroms durch das W. von einem Drahtende zum andern) sehr befördert wird, so bemerkt man am Ende jedes Drahts ein lebhaftes Aufbrausen. Die Gasarten, welche dies Aufbrausen verursachen, sammeln sich im obern Theil der Glocke, und verdrängen allmälig das W. aus ihr *).

76. Es erhellt aus dem Vorstehenden, daß die Zersetzung eines Körpers durch die Säule von dem Verhältniß abhängt, welches zwischen der wechselseitigen Verwandtschaft der Bestandtheile dieses Körpers, und ihrer Fähigkeit, in mehr oder minder stark entgegengesetzte el. Zustände zu gerathen, Statt findet; daß es mithin Körper geben kann, welche die Säule zu zersetzen vermag, obwohl ihre Bestandtheile durch eine starke Verwandtschaft zusammengehalten werden, andre dagegen, auf die sie wirkungslos ist ungeachtet schwacher Verwandtschaft ihrer Bestandtheile. Das W. giebt einen Beleg für den ersten Fall. Hieraus wird ersichtlich, wie wichtig es seyn würde, das

---

*) Einwürfe gegen die Theorie von Grotthuß von de la Rive und eine eigne Ansicht desselben, auf Versuche gestützt, findet man in den Ann. de Ch. et de Phys. fevr. 1825. S. 190 u. ff.).

Verhältniß zu kennen, in welchem die Körper positiv oder negativ gegen einander zu werden streben. Leider fehlt es in dieser Hinsicht noch an genügenden Beobachtungen. Folgendes ist die ungefähre Reihenfolge, nach welcher Berzelius die einfachen Körper ordnet, worin jeder Körper sich positiv zu dem ihm voranstehenden, negativ zu dem, auf ihn folgenden verhält.

1. Sauerstoff.
2. Schwefel.
3. Stickstoff.
4. Radical der Flußsäure.
5. Phosphor.
6. Selen.
7. Arsenik.
8. Molybdän.
9. Chrom.
10. Wolfram.
11. Bor.
12. Kohlenstoff.
13. Antimon.
14. Tellur.
15. Tantal.
16. Titan.
17. Silicium.
18. Osmium.

---

19. Wasserstoff.
20. Gold.
21. Iridium.
22. Rhodium.
23. Platin.
24. Palladium.
25. Quecksilber.
26. Silber.
27. Kupfer.
28. Nickel.
29. Kobalt.
30. Wismuth.
31. Zinn.
32. Zircon.
33. Bley.
34. Cerium.
35. Uran.
36. Eisen.
37. Cadmium.
38. Zink.
39. Mangan.
40. Aluminium.
41. Yttrium.
42. Glycinium.
43. Magnesium.
44. Calcium.
45. Strontium.
46. Baryum.
47. Sodium.
48. Potassium.

Noch weiß man:

1) Daß zu dieser Liste das Chlor und das Jod*) zu fügen sind, die ihre Stelle unmittelbar nach dem Srst. finden.

2) Daß die Differenz hinsichtlich der elektrochemischen Eigenschaften**) zwischen je zwei in der Reihe nach einander aufgeführten Kör-

---

*) Weil Berzelius das Chlor und Jod als zusammengesetzte Körper ansieht, hat er sie unter diese Liste, welche sich blos auf die einfachen bezieht, nicht mit aufgenommen.

**) D. i. der Grad, in dem der eine in Berührung mit dem andern sich als elektropositiv, der andre als elektronegativ zeigt.

pern keineswegs die nämliche ist: indem sie manchmal sehr groß zwischen zweien ist, kaum merklich zwischen zwei andern. Der Schwefel z. B. verhält sich weit positiver gegen das Zink, als das Kupfer gegen das Silber.

3) Daß eine E. sich immer negativ gegen eine zur Salzbildung geeignete Base (base salifiable) vertheilt, so daß, wenn man nach ihrer Vereinigung die Säule auf sie wirken läßt, die Base sich zum negativen und die S. zum positiven Pol begeben wird, wofern nicht die S. oder die Base selbst durch den el. Strom zersetzt zu werden vermag. Das schwefels. Kaliumprotoxyd befindet sich im ersten, das schwefelsaure Silberoxyd im zweiten Fall. Die S. und der Srst. des Silberoxyds werden zum positiven Pol hingeführt; das Silber allein sammelt sich am negativen Pol; dagegen die S. und das schwefels. Kaliumoxyd, welche keine Zersetzung erfahren, sich wie Anfangs erörtert wurde, verhalten.

4) Daß nicht allein die einfachen Körper, welche in der ersten Abtheilung der Reihe enthalten sind, sich negativ zu den in der zweiten, welche mit dem Gold anfängt, begriffenen verhalten; sondern daß dasselbe auch für die Sauerstoffverbindungen, welche diese beiden Klassen von Körpern bilden können, in Bezug zu einander gilt; worin auch unstreitig begründet liegt, warum die Oxyde der ersten bei ihrer Verbindung mit denen der zweiten immer die Rolle der Säuren spielen.

5) Daß endlich, wie es scheint, wenn zwei Körper sich mit einander zu verbinden vermögen, der eine immer positiv, der andre immer negativ werden kann, wenn sie auf gehörige Art in den Strom der Säule gebracht werden, und daß die Differenz zwischen ihrem el. Zustand sehr groß ist, wenn sie viel wechselseitige V. besitzen. Da nun zwei verschieden elektrisirte Körper sich anziehen, so ließe sich, wie Davy zuerst bemerkt, denken, daß die chemische V. nur von der el. Kraft abhienge.

Berzelius hat zu Gunsten dieser Ansicht verschiedene wichtige Betrachtungen geltend gemacht; jedoch stehen ihr zwei sehr starke Einwürfe entgegen, die dem schwedischen Chemiker nicht entgangen sind. Der erste ist, daß, wenn die chemische V. nur von der el. Kraft abhienge, man z. B. folgern müßte, daß der Srst. um so mehr V. zu einem verbrennlichen Körper besäße, jemehr sich dieser dem letzten Gliede der Reihe näherte: was doch in einer großen Menge von Fällen nicht der Fall zu seyn scheint; der zweite ist, daß sich nach dieser Hypothese der innige und dauerhafte Zusammenhang schwer würde denken lassen, der zwischen den Moleculen durch ihre Verbindung eintritt; da man vielmehr glauben müßte, daß im Augenblick der Ver-

bindung Neutralisation der Fluida vorgehn müßte, und dann mechanische Mittel hinreichen würden, die Molecule zu trennen, welches nicht der Fall ist. Wir werden deshalb, ungeachtet wir das Statthaben der el. Kräfte anerkennen, doch auch noch die eigentlich sogenannte V., nach unsrer obigen Bestimmung, fortfahren anzunehmen. (S. das Werk von Berzelius, betitelt: Essai sur la théorie des proportions chimiques, p. 56).

77. Viel Untersuchungen sind über die Art angestellt worden, wie die Fl. wirkt, welche in den Kreis des Voltaischen Umlaufs oder zwischen ihre Elemente gebracht wird. Um hier den richtigen Gang zu verfolgen, muß man zuvörderst betrachten, welches die Veränderungen sind, die sie an den, zur Errichtung der Säule dienenden, Metallen hervorbringt. Diese ändern sich nach Beschaffenheit der Fl. Nimmt man W. allein, so zersetzt es sich langsam; die beiden Bestandttheile, aus denen es besteht, trennen sich; sein Srst. verbindet sich mit dem Zink, und sein Wsst. wird in Gasgestalt frei. Wendet man mit Salz, Schwefels. oder Salzs. geschwängertes W. an, so zersetzt es sich ebenfalls, und giebt, wie im vorigen Fall, zur Entstehung von Zinkoxyd und Wasserstoffgas Anlaß; allein die Zersetzung erfolgt rasch, namentlich mit der Schwefels. und das Oxyd bleibt zum Theil im Salze und ganz in der Säure aufgelöst. Nimmt man endlich W. mit Salpeters., so werden beide Metalle angegriffen und aufgelöst; das Zink sehr stark, das Kupfer schwach; wodurch man viel salpeters. Zink, ein wenig salpeters. Kupfer, die beide in der Fl. aufl. sind, und Stickstoffoxydgas, welches sich entbindet, erhält. Nun giebt die Säule in einer gegebenen Zeit weit mehr El. her, wenn die chemische Wirkung kräftig, als wenn sie schwach ist, und aus neuern Untersuchungen, von denen wir weiterhin sprechen werden, ergiebt sich, daß jedesmal, wenn Säuren sich mit Basen verbinden oder Metalle auflösen, Elektricitätsmengen frei werden, welche sich durch den Schweiggerschen Multiplicator sehr bemerklich machen lassen. (S. weiterhin 77 bis). Es scheint dies mit Bestimmtheit darauf hinzudeuten, daß die El. der Voltaischen Säule zum Theil von der chemischen Wirkung herrührt. Viele Physiker messen sogar jetzt der letztern einen größern Einfluß hierauf bei, als der durch die Berührung der beiden Metalle, aus denen jedes Element besteht, bedingten Wirkung.

Dies sind die Erörterungen über die chemischen Erscheinungen am Voltaischen Apparate, welche wir glaubten hier vorausschicken zu müssen. Allerdings sind sie nur unvollständig; wir werden aber ausführlicher bei Gelegenheit der Betrachtung der verschiedenen Arten oder vielmehr Gattungen der Körper davon handeln. Alles, was wir hierüber zu sagen haben, ist in den vortrefflichen Abhandlungen von

Hisinger, Berzelius, Davy enthalten (Ann. de Chim. t. LI. p. 167; t. LXIII., p. 172 et 225; et t. LXXXVI., p. 146 et 225).

Vom magnetischen Fluidum.

77 bis. Man bezeichnet mit dem Namen des magnetischen Fluidums die Ursache, welche einem Magneten, sey er künstlich oder natürlich, die Eigenschaft verleiht, sich mit der einen Seite nach dem Nordpol, mit der andern nach dem Südpol zu kehren, sich mit dem ersten dieser Pole in der nördlichen, mit dem zweiten in der südlichen Hemisphäre zu neigen und an gewissen Orten horizontal zu bleiben, deren Gesammtheit eine (nicht vollkommen kreisförmige, den Erdäquator nach Morlets Bestimmung 2 mal schneidende und ein mal berührende) Linie um die Erde bildet, welche man den magnetischen Aequator nennt; mit seinem nördlich gekehrten Ende das südlich gekehrte Ende eines andern Magneten anzuziehen, das nördlich gekehrte desselben dagegen abzustoßen u. s. w.

Wiewohl das Studium so außerordentlicher Eigenschaften von großem Interesse ist, so müssen wir uns doch eines nähern Eingehens in in dieselben überheben, da sie ganz in das Gebiet der Physik gehören. Wir nennen das magnetische Fluidum nur, um ihm die Stelle anzuweisen, die es in unsrer chemischen Classification einzunehmen hat, oder bemerken wenigstens blos, daß nur drei einfache Körper vermögend sind, vom Magnet angezogen zu werden, nämlich das Eisen, das Nickel, das Kobalt; daß das Eisen diese Eigenschaft in einem höhern Grade, als die andern besitzt, daß sie in diesen Metallen durch ihre Verbindungen mit vielen andern Körpern und namentlich dem Schwefel, dem Arsenik, dem Sauerstoff modificirt und oft vernichtet wird; daß der natürliche Magnet, oder den man im Schooße der Erde findet, ein Eisenoxyderz ist, daß die künstlichen Magnete, wie die Magnetnadeln, Magnetstäbe u. s. w. aus Stahl verfertigt werden, der aus Eisen und Kohlenstoff besteht; daß man sich des Magnetstabes zuweilen bedient, reines oder leicht oxydirtes Eisen von andern Körpern zu trennen.

† Man hat mehrere Versuche gemacht, um zu zeigen, daß die magnetische Polarität chemische Wirkungen hervor bringt. Alle die, welche eine Zersetzung des Wassers dabei zu beobachten glaubten, sind irre geführt worden. Hansteen und Maschmann haben Silberauflösungen durch Queckfilber in heberförmigen Röhren reducirt und dabei immer gefunden, daß, wenn die Schenkel der Röhre in dem magnetischen Meridian standen, das Silber im nördlichen Schenkel stets in größerer Menge und in vollkommener gebildeten Krystallen an-

schoß, als im südlichen, wo es zugleich mit Queckſilberſalz vermiſcht war. Stellte man die Schenkel der Röhre nach Oſt und Weſt, ſo gieng die Reduction weit langſamer vor ſich, und das reducirte Metall ſtand in beiden Schenkeln gleich hoch. Die nämlichen Wirkungen ließen ſich durch künſtliche Magnete hervorbringen, wobei ſie immer fanden, daß ſich das Silber in weit größerer Menge über dem Südpol des Magneten ausſchied. Murray hat ähnliche Verſuche angeſtellt. (S. ihr Detail im Mag. der Pharm. von Hänle Jan. 1823. S. 106), indem er Eiſendrähte in ſchwache Silberauflöſungen hineintauchte. So lange der Eiſendraht nicht polariſch war, wurde kein Silber reducirt, ſobald man aber einen Magnet in die Nachbarſchaft legte, fand die Reduction ſogleich Statt. Vorher magnetiſirter Stahl, ſogar, wenn er mit Firniß überzogen war, bewirkte die Reduction ſogleich; Murray fand ſie aber am Nordpol des Magneten am ſtärkſten, was gegen Hanſteens und Maſchmanns Erfahrnngen iſt.

Lüdecke giebt an, wenn man über die beiden Pole eines hufeiſenförmigen Magnets ein gläſernes Gefäß ſtellt, welches eine Aufl. von einem Salze, z. B. eſſigſ. Blei, ſalzſ. Ammoniak oder ſchwefelſ. Eiſenoxydul enthält, die ſo concentrirt iſt, daß ſie nach einigen Stunden zu kryſtalliſiren anfängt, ſo findet man, nachdem das Salz kryſtalliſirt iſt, daß die Kryſtalle einen reinen runden Fleck, zwiſchen den beiden Polen, wo die magnetiſche Kraft am ſtärkſten wirkt, übrig laſſen, übrigens aber die ganze Fläche des Bodens gleichförmig bedecken (Berzelius Chemie. II. Ausg. I. S. 133).

Vom Elektromagnetismus.

77 bis. Die El., in Strömung durch die Voltaiſche Säule verſetzt, welche, wie wir ſo eben ſahen, eine ſo kräftige Wirkſamkeit zur Zerſetzung der Körper äußert, zeigt noch eine andre Wirkungsart, deren erſt neuerdings erlangte Kenntniß viel Licht über die Geſetze der Phyſik und der Chemie verbreitet hat. Der Ruhm dieſer wichtigen Entdeckung gebührt dem Profeſſor Oerſted. Wenn man die beiden Pole der Säule durch einen Metalldraht verbindet, und der Kreislauf der El. vollkommen im Gange iſt, ſo hat man das, was man einen el. Strom nennt. Man erhält auch ſolche, aber nur augenblickliche, Ströme, wenn man eine Leidner Batterie oder Flaſche in einen Leiter entladet, oder auch, wenn dieſer Leiter blos die Gemeinſchaft zwiſchen einem elektriſirten Körper und dem Boden vermittelt. Wenn man einem dieſer Ströme, namentlich dem der Säule, welcher der wirkſamere iſt, parallel einen magnetiſirten Körper, z. B. eine Bouſſolen-

nadel darbietet, so dreht und bewegt sie sich, und erfährt eine sehr auffallende Wirkung: die strömende El. wirkt somit in die Weite auf die magnetischen Körper, was in der That Erstaunen erregen muß, da Magnetismus und El. im ruhenden Zustande nie auf einander wirken. Um die Richtung der Kräfte, die diese Erscheinung hervorbringen, zu erkennen, muß man die Wirkung, welche die Erde auf die Nadeln äußert, durch zweckmäßig gestellte Magnetstäbe neutralisiren, wo sich dann zeigt, daß sich die Nadel immer senkrecht auf den Strom, aber kreuzförmig mit ihm, die nördliche Hälfte rechts, die südliche links [1]) dreht. Es folgt hieraus, daß die wahre Richtung der Kraft zu gleicher Zeit senkrecht auf den Strom und auf den kürzesten Abstand, welcher zwischen ihm und dem Pol Statt findet, ist; daß sie durch den Pol geht, und daß sie nach der linken Seite des Stroms wirkt, wenn der Pol südlich ist, nach der rechten, wenn er nördlich ist. Noch ergiebt sich daraus eine andre sehr bemerkenswerthe Folgerung; daß nämlich, wenn nur ein einziger Pol die Wirkung des Stroms erführe und volle Freiheit sich zu bewegen hätte, er in eine anhaltende Drehungsbewegung um den Strom gerathen würde. In der That läßt sich dies durch Einrichtung eines Apparats bewerkstelligen, der diese Bedingungen verwirklicht. Eben so gültig sind die umgekehrten Sätze, nämlich daß der Pol eines Magnets einem beweglichen Strom (oder vielmehr dem beweglichen Leiter, den der Strom durchläuft) eine Richtung ertheilt oder ihn zu einer anhaltenden Drehungsbewegung bestimmt, wenn er gehörig angebracht wird.

Da sich die Erde hinsichtlich ihrer magnetischen Wirkungen für einen Magneten ansehen läßt, so muß sie die nämlichen Erscheinungen hervorbringen und bringt sie wirklich hervor; sie richtet die el. Ströme oder bringt sie zur Drehung gerade wie ein Magnet. Eine andre fundamentale Entdeckung, welche mit den vorigen in Verbindung steht, und zu neuen Aufschlüssen über die Beziehungen, welche zwischen der El. und dem Magnetismus Statt finden, führt, verdanken wie Ampère, daß nämlich die el. Ströme eine wechselseitige Wirkung auf einander äußern, sich anziehen, wenn sie nach der nämlichen, abstoßen, wenn sie nach entgegengesetzter Richtung laufen. Auch vermögen sie, bei zweckmäßig eingerichteter Gestalt und Lage, sich wechselseitig zu richten oder in anhaltende Drehung zu versetzen; kurz alle Erscheinungen zu wiederholen, welche die Magnete darbieten, mö-

---

1) Denkt man sich einen Menschen im Strome liegend, die Füße nach dem Zinkpol, den Kopf nach dem Kupferpol und das Gesicht nach der Mitte der Nadel gekehrt, so werden seine rechte und linke Seite auch für die des Stroms gelten.

gen sie für sich auf einander wirken, oder unter dem Einfluß elektrischer Ströme stehen.

Wir können uns nicht ausführlicher über die Erscheinungen dieser Art verbreiten, weil sie mehr ins Gebiet der Physik gehören. Indeß haben sie zur Entdeckung eines Instruments geführt, welches wir kennen lehren müssen, weil es unter allen Elektroskopen das empfindlichste und bequemste ist, die Gegenwart der schwächsten el. Ströme bemerklich zu machen, mögen sie von der elektromotorischen Wirkung, die aus der Wechselberührung von Metallen hervorgeht, herrühren, oder auch von den chemischen Wirkungen, welche die Körper auf einander äußern. Dieß Instrument führt den Namen des elektromagnetischen Multiplicators oder des Galvanometers. Als sein Entdecker scheint Schweigger genannt werden zu müssen.

Er besteht 1) aus einem Metalldraht von 40 bis 50 Meter (120 bis 150 Fuß) Länge, $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ Millimeter ($\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{9}$ Lin.) Dicke, und der in seiner ganzen Länge mit einem Seidenfaden genau übersponnen ist; 2) aus einem kleinen hölzernen Rahmen von 8 bis 9 Centimeter (ung. 3 Zoll) Länge auf 5 bis 6 (2 Zoll) Höhe. In der Mitte des Rechtecks, welches der Rahmen bildet, hängt man eine Magnetnadel mit Seidenfäden auf und wickelt um seinen äußern Umkreis den Metalldraht, so daß er 30, 50 oder auch 100 Windungen nach seiner Länge darum macht. (S. dieß Instrument auf Taf. IV.; seine Beschreibung in der Erklärung der Kupfertafeln zu Ende des letzten Bandes, und größerer Ausführlichkeit halber in den Ann. de Chim. et de Phys. tom. XXII. p. 358.).

Gesetzt nun, man bringe die beiden Enden des Drahts mit den Polen einer ausnehmend schwachen Säule in Verbindung, so wird die Strömung beginnen, und durch seine ganze Länge hindurchgehn, weil der isolirende Ueberzug von Seide jeden Uebergang zwischen zwei einander deckenden Windungen verhindert. Es leuchtet ein, daß die vier Seiten des Rechtecks, welches der Draht durch Eine Windung beschreibt, nach der nämlichen Richtung wirken, um die Magnetnadel in Drehung zu versetzen, und daß somit die Wirkung schon das Vierfache von der eines einzigen Stroms ist. Da nun aber der Annahme zufolge hundert Windungen vorhanden sind, so muß, wie man sieht, die Wirkung des Multiplicators ungefähr vierhundertmal stärker, als die des einfachen Stroms der Säule seyn. Anstatt sich nun die beiden Enden des Drahts mit den Polen einer Voltaischen Säule in Verbindung zu denken, bringe man sie in Berührung mit irgend einer Elektricitätsquelle, welche auf der einen Seite positive, auf der andern negative El.

hergiebt, und der nämliche Erfolg wird eintreten. Der Strom wird den Draht des Multiplicators durchlaufen, die Nadel ihn durch ihre Bewegungen zu erkennen geben, und durch die Richtung derselben auch die Richtung des Stroms und mithin die Art des Fluidums, die sich an jedem Ende des Drahts entwickelt, anzeigen. Dieser Apparat ist so empfindlich, daß, wenn der Draht, aus dem er besteht, von Kupfer ist, und man mit einem seiner Enden eine Zinkplatte und mit dem andern ein Blatt Löschpapier, welches mit reinem Wasser befeuchtet und über das Zink ausgebreitet ist, berührt, die Magnetnadel sich sogleich in eine, auf den Strom senkrechte, Richtung kehrt; und dieß ungeachtet der Wirkung der Erde, selbst wenn diese diametral entgegengesetzt wäre.

Man kann sich dieses Apparats bedienen, die thermoelektrischen Erscheinungen zu beobachten, deren noch neue Entdeckung dem Dr. Seebeck gebührt. Folgendes ist die Hauptthatsache, welche der Akademie der Wissenschaften von Oersted im Monat December 1822 mitgetheilt wurde. Wenn man eine völlig geschlossene metallische Umlaufskette hat, die aber aus zwei Metallen, z. B. Wismuth und Kupfer, besteht (z. B. ein Rechteck, von dem zwei aneinanderliegende Seiten durch Wismuth-, die andern durch Kupferstäbe gebildet werden, oder einen Wismuthstab, über den ein Kupferstreifen bogenförmig angelöthet ist; und wenn die beiden Stellen A und B, wo die heterogenen Metalle zusammengelöthet sind, sich auf der nämlichen Temperatur, sey sie sehr hoch oder sehr niedrig, befinden, so tritt keine elektrische Erscheinung ein; erhitzt man aber eine der Löthstellen oder erkältet sie (während man die andre auf ihrer T. läßt), so durchläuft sogleich ein anhaltender Strom die metallische Umlaufskette, und äußert einen ablenkenden Einfluß auf eine einfache, in wenig Abstand davon aufgehangene, Boussolennadel; der so lange dauert, als die Temperaturverschiedenheit anhält. Jede beliebige zwei Metalle, der nämlichen Prüfung unterworfen, zeigen die nämliche Erscheinung; in einer großen Menge von Fällen aber muß man den Multiplicator zu Hülfe nehmen, um sie bemerklich zu machen, was keine Schwierigkeit hat. Wenn z. B. der Multiplicatordraht von Kupfer ist, und man dieß Metall mit dem Silber prüfen will, so nimmt man einen Streifen oder Draht von Silber von einigen Centimetern Länge, löthet ein Ende desselben an das eine Drahtende des Apparats, das andre Ende an das andre; und ändert alsdann die Temperatur einer der Löthstellen. Sogleich nimmt die Nadel eine Richtung an. Oft reicht die Wärme der Hand hin, diese Wirkung hervorzubringen. Wenn man mittelst des Multiplicatordrahts von Kupfer die thermoelektrischen Wirkungen zweier andern Metalle unter einander versuchen wollte,

z. B. des Zinks und des Spießglanzes, so könnte man eine Zinkplatte an jedes Drahtende des Apparats löthen, und dafür sorgen, daß sich die beiden Löthstellen recht genau auf der nämlichen Temperatur befänden. Dann werden die Erscheinungen eben so erfolgen, als wenn der ganze Draht von Zink wäre; und man hätte nur den Spießglanzcylinder zwischen diese beiden Platten einzulöthen. Man wird hiedurch zu dem allgemeinen Resultate geführt, daß die elektromotorische Kraft, welche in der Berührung der Metalle auftritt, keine beständige Kraft ist, sondern eine, deren Stärke sich mit der T. ändert.

Oersted und Fourier sind darauf gefallen, die sich so entwickelnde El. anzuhäufen, und so einen Apparat aus blos metallischen Elementen zu verfertigen. Der Erfolg hat ihrer Erwartung in so fern entsprochen, als die Elektricitätsquantitäten eines Elements sich wirklich zu denen des benachbarten fügen, und die Ablenkung der Nadel mit der Zahl der auf sie wirkenden Elemente zunimmt. Allein die Spannung dieser thermoelektrischen Apparate ist immer so schwach, daß sie unvermögend sind, die geringsten chemischen Zersetzungen hervorzurufen, und daß ein etwas langer Platindraht zu ihrer Fortpflanzung nicht immer ein hinlänglich guter Leiter ist. (Ann. de Chim. et de Phys. t. XXII. p. 375.).

Becquerel hat Versuche darüber angestellt, ob zwei Stücke eines und desselben Metalls, auf verschiedene Temperaturen gebracht, sich nicht ebenfalls in entgegengesetzte el. Zustände setzen würden; und ebenfalls mittelst des Multiplicators gefunden, daß selbst in diesem Fall El. sich entwickelt, und daß man somit eigentlich auch aus einem einzigen Metalle einen wirksamen Apparat verfertigen könnte, indem man es an seinen verschiedenen Puncten auf sehr verschiedene Temperaturen brächte.

Der Multiplicator gewährt auch ein Mittel, die elektrische Spannung der verschiedenen Körper zu untersuchen, diejenigen, welche positiver sind (d. i. ein größeres Streben, in Verhältniß mit andern positiv zu werden, zeigen) von denen, welche negativer sind, zu unterscheiden, und endlich die galvanische Reihenfolge festzustellen. Namentlich aber ist es von Wichtigkeit, die El., welche durch die Berührung der Metalle unter sich entwickelt wird, von der unterscheiden zu können, welche die chemische Wirkung des feuchten Leiters entbindet. Ich verdanke Pouillet die folgenden Resultate, welche er aus einer, noch nicht öffentlich erschienenen, Arbeit ausgezogen hat.

Elektrische Reihenfolge verschiedener Körper, worin jeder positiv mit allen ihm folgenden, negativ mit allen ihm voranstehenden ist *).

Zink . } V.
Queckſilber }
Wismuth.
Messing.
Kupfer.
Bronze.
Schwefelspießglanz.
Glockenspeise.
Arsenik.

Zink . } V.
Zinn . }
Queckſilber }
Spießglanz 1 } A.
Kupfer . 2 }

Zink.
Bley . . 1 } A.
Queckſilber 4 }
d'Arcetsches Gemisch.
Schlagloth.

Zinn . . 1 } A.
Spießglanz 1 }

Bley.
Zinn . . 1 } A.
Queckſilber 10 }
Queckſilber.
Schwefelwismuth.
Phosphorkupfer.
Spießglanz.
Graphit.
Schwefelkupfer
Schwefelbley.
Phosphoreisen.

Wismuth 1 } A.
Zinn . 20 }
Zinn.
Schriftgießermischung.
Eisen.
Stahl.

Spießglanz 1 } A.
Eisen . . 2 }
Wismuth 1 } A.
Queckſilber 4 }
Reines Spießglanz.
Silber.
Gold.
Tellur.
Palladium.
Platin.

Oft tritt der Fall ein, daß die el. Spannung, welche durch die chemische Wirkung eines feuchten Leiters auf ein Metall hervorgebracht wird, stärker ist, als die, welche durch die Berührung dieses Metalls mit einem andern hervorgeht. So geben die Schwefelsäure und die Salpetersäure mehr Spannung, wenn sie auf das Zink wirken, als dieß Metall durch seine Berührung mit dem Bley, dem Silber und mehrern andern Leitern giebt. Die Salpetersäure mit dem Zinn giebt auch deren mehr, als das Zinn mit dem Bley; die Alkalien mehr mit dem Spießglanz als das Spießglanz mit einer großen Menge andrer Körper, u. s. w.

---

1) V zeigt an, daß die Verhältnisse in der Legirung sehr veränderlich seyn können, A, daß die Legirung eine Zusammensetzung nach den, durch die Zahlen angegebenen, Verhältnissen ist.

Es folgt hieraus, daß die obige Reihe sich nach Beschaffenheit des in Anwendung gezogenen feuchten Leiters ändert; denn bei dem einen Leiter ist es die, durch die Berührung der Metalle entwickelte, El., welche die Oberhand erhält und die Richtung des Stroms bestimmt; bei einem andern dagegen die El., welche durch seine Wirkung auf eins der Metalle entwickelt wird, und die ursprüngliche Richtung des Stroms ändert.

So scheint das Zinn vor dem Bley zu stehen, wenn der feuchte Leiter Schwefelsäure oder Salpetersäure oder Kali ist. Das Spießglanz nimmt seine Stelle vor dem Stahl, wenn der feuchte Leiter ein Alkali ist, und mehrere andre Körper der Reihe ändern ebenfalls ihre Stelle mehr oder minder je nach der Beschaffenheit des in Anwendung gezogenen feuchten Leiters. Bestimmt man aber, so weit es bei so feinen Versuchen möglich ist, die Verhältnisse in der Stärke der Spannung, welche zwischen den, durch die chemischen Wirkungen hervorgebrachten, Elektricitäten, und den, von den gewöhnlichen elektromotorischen Kräfte herrührenden, Statt finden, so gelangt man mit ziemlicher Sicherheit zu der Erkenntniß, daß (im Allgemeinen) die durch die Berührung der Metalle entwickelte Elektricität die überwiegende ist, welche auf die Nadel wirkt, und daß somit die obige Tabelle keine großen Irrthümer in der Reihe, die sie enthält, darbietet.

Uebrigens kann eine sehr kleine Verschiedenheit in der Zusammensetzung eines Körpers von sehr merklichem Einfluß auf die Stelle, die er einnimmt, seyn. Das reine Spießglanz z. B. unterscheidet sich von dem verkäuflichen nur durch eine sehr kleine Menge Schwefel, und doch sieht man diese beiden Körper sehr weit aus einander stehen.

Prevost und Dumas haben den Multiplicator auch zu einer andern Art sehr interessanter Untersuchungen *) angewandt; indem sie nämlich zu erforschen suchten, ob sich nicht bei den Muskelzusammenziehungen merkbare Spuren von El. zeigten. Da die sauren und alkalischen Auflösungen Ströme durch ihre Wirkung auf die Metalle und die andern unorganischen Körper hervorrufen, so war die Vermuthung sehr wahrscheinlich, daß sie solche auch durch ihre Wirkung auf die thierischen Substanzen hervorrufen würden. In der That beobachtet man dieß in dem Augenblicke, wo man ein Stück Muskelfleisch, ein Stück Hirn oder Nerv mit einer Säure oder mit einem in W. aufgelösten kaustischen Alkali, oder auch mit Chlorverbindungen in Berührung bringt. Dieß sind die verschiedenen Agentien, mittelst deren Haller und seine Schüler Muskelzusammenziehungen erregten, wo-

---

*) Das Ausführliche über diese, für die Physiologie höchst wichtigen, Untersuchungen findet man in Magendies Journ. 1823 Oct. S. 301 u. ff.

mit sie noch die Anwendung eines glühenden Metalls verbanden. Prevost und Dumas haben sich überzeugt, daß im Augenblick, wo es an den zu brennenden Theil trifft, eine beträchtliche Elektricitätsentwicklung erscheint. Endlich erregt auch der Druck oder das Kneipen eines Nerven Zusammenziehungen in dem Muskel, zu welchem sich derselbe begiebt, und die genannten Physiologen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, daß diese Umstände eine Elektricitätsbewegung veranlassen. Sie haben die Frage noch nicht hinsichtlich der Zusamziehungen, welche sich unter dem Einfluß des Willens äußern, gelöst; es ist indeß zu hoffen, daß ihnen dieß bald mittelst experimentaler Combinationen gelingen werde, mit denen sie sich gegenwärtig beschäftigen.

Wir wollen einige Worte hinzufügen, wie man auf diese Ergebnisse eine Erklärung der Muskelzusammenziehungen gründen kann. Seit langer Zeit war es bekannt, daß sich der Muskel bei seiner Thätigkeit beträchtlich verkürzte; die genannten Physiologen aber haben zuerst gezeigt, daß dieser Erfolg von Beugung der Muskelfaser herrührte, die sich bei jeder Zusammenziehung in Zickzack faltet. Sie sahen ferner, daß die Nervenfilamente sich senkrecht auf die Richtung der Muskelfasern vertheilen, und genau in die Spitzen der Beugungswinkel eintreten. Sie endigen sich aber nicht im Muskel, sondern kehren vielmehr in Gestalt einer Schlinge gegen sich selbst zurück, um in den Nervenstamm zurückzutreten, von welchem sie hergekommen waren. Dieser enthält mithin absteigende und aufsteigende Leiter, welches erklärt, warum seine Wirkung auf die Magnetnadel immer null ist. Man begreift nach diesen Erörterungen sehr wohl, daß im Augenblick, wo die El. durch den Nerven hindurchgeht, die parallelen Fibern sich vermöge Wirkung der Ströme, deren Leiter sie sind, nähern, und dadurch die Beugung der Muskelfasern, an die sie befestigt sind, und die daraus erfolgende Verkürzung des Muskels veranlassen müssen.

Schon seit langer Zeit hatte man in der El. die Grundursache der chemischen Erscheinungen gesucht und sich bemüht, die, deren Freiwerden man beim Vorgange der chemischen Verbindungen selbst erwartete, anzusammeln. Allein die Art, wie man bisher nur die Versuche darüber anzustellen vermochte, erlaubte nicht, entscheidende Resultate zu ziehen; denn wenn man auch in einigen sehr seltnen Fällen eine merkliche El. zu erhalten vermochte, so gab sich doch in den meisten nicht die geringste Spur davon zu erkennen. Die neuen Hülfsmittel, welche uns der Elektromagnetismus darbietet, erlauben jetzt einen weitern Fortschritt; und wenn auch eine Erklärung, in wiefern die elektrischen Kräfte bei den chemischen Verbindungen thätig sind, bei Weitem noch nicht gelungen ist, so ist wenigstens so viel jetzt nach-

weisbar, daß sie dabei auftreten, und mithin im Spiele sind. Die ersten Versuche, sie bemerklich zu machen, scheinen von Avogrado herzurühren. Er hat mittelst des Multiplicators nachgewiesen; daß die Metalle beim Eintauchen in Salpetersäure El. frei werden lassen, und daß die Richtung des Stroms, welcher sich hiebei bildet, vom Concentrationsgrade der Säure und der Dauer der Wirkung abhängt. Nach diesen Angaben hat Oersted ähnliche Versuche angestellt und ist dadurch zu folgenden allgemeinen Resultaten gelangt (Ann. de Chim. et de Phys., t. XXII. p. 358.): 1) Wenn man die beiden Enden des Multiplicatordrahts in eine saure oder alkalische Auflösung taucht, durch die sie angegriffen werden können; so zeigt sich immer eine Einwirkung auf die Magnetnadel, zum Beweise, daß ein Strom entsteht, welcher durch die ganze Länge des Drahts hindurchgeht. 2) Die Richtung dieses Stroms ist sehr veränderlich; bald ist es, als ob die positive El. von einem der Drahtenden, bald, als ob sie vom andern ausginge; und diese Umkehrung des Stroms wiederholt sich mehreremale während eines und desselben Versuchs. 3) Es giebt zwei Mittel, die Richtung des Stroms zu fixiren, so daß sie nicht in die entgegengesetzte überzugehen vermag: das erste ist, einen der Drähte auf einer höhern T. zu erhalten, als den andern; das zweite, einen der Drähte in Ruhe und den andern in beständiger Bewegung zu erhalten: welches letztre Mittel so wirksam ist, daß man den bewegten Draht nur anzuhalten, und den zuvor ruhenden etwas zu bewegen braucht, um ein sofortiges Umkehren des Stroms zu bewirken.

Um auf ein andres Metall als das, aus welchem der Multiplicatordraht besteht, zu wirken, braucht man nur an jedes Ende des letztern eine Platte oder einen Draht von dem zu prüfenden Metall zu löthen, und große Sorge zu tragen, die Löthstellen auf der nämlichen T. zu erhalten. Dann läßt man die Wirkungen auf die beiden freien Enden der angelötheten Platten erfolgen, wie vorher auf die beiden Enden des Multiplicatordrahtes.

Wichtiger aber und von größerer Ausdehnung, als die hier angeführten Untersuchungen, sind die, welche Becquerel bis auf die letzte Zeit über den nämlichen Gegenstand bekannt gemacht hat, und die im letzten Bande unter den Zusätzen folgen sollen *).

---

*) Obwohl hier der eigentliche Ort wäre, diese Untersuchungen, welche sich auch im Original unter den Zusätzen im letzten Bande finden, einzuschalten, so verspare ich doch ebenfalls die Aufnahme derselben bis Weiterhin, da die Untersuchungen über diesen Gegenstand noch nicht für geschlossen anzusehen sind. In den Zusätzen zum vierten Bande meiner Uebersetzung der Biotschen Physik kann man übrigens ihre Darstellung, so weit sie jetzt gediehen sind, finden; so wie auch im Schweiggerschen Journal sämmtliche dahin gehörige Abhandlungen aufgenommen sind.

Viertes Buch.

Vom Sauerstoff, von der Verbrennung und von der Flamme.

78. Eigenschaften des Sauerstoffs. — Der Sauerstoff oder das Oxygen (oxygenium, oxygène O = 10,000), ist ein farbloses, geruchloses und geschmackloses Gas, vom spec. Gewicht 1,1026 (nach Berzelius und Dulongs Versuchen), das der atm. Luft als Einheit gesetzt (113). Unter einem starken und plötzlichen Druck erhitzt er sich und wird leuchtend. Die Eigenschaft, sich durch den Druck zu erhitzen, kommt allen Gasarten zu; die Eigenschaft aber, hiebei Licht zu entwickeln, gehört nach Saissy nur dem Sauerstoff, dem Chlor und der atm. Luft an; der Sauerstoff besitzt sie nach ihm in höherem Grade als das Chlor, dieses in höherem Grade als die atm. Luft; woraus er schließt, daß der Wärmestoff und das Licht zwei verschiedne Fluida sind. So viel ist gewiß, daß allerdings durch den Druck weit mehr Licht aus dem Sauerstoffgas entbunden wird, als aus der atm. Luft; keins aber, oder nur sehr wenig aus dem kohlensauren Gas, dem Stickgas und dem Wasserstoffgas. Diese Ergebnisse lassen sich leicht mittelst des, auf Taf. IX. Fig. 3. vorgestellten, Apparats nachweisen. AA′ ist ein hohler, gut calibrirter, sehr dickwandiger und in A geschlossener, Glascylinder; man füllt ihn unter W. mit den genannten Gasarten; paßt dann, noch unter dem W., den ledernen Stempel B in das Ende A′ des Cylinders ein; nimmt den Apparat heraus, trägt ihn in die Dunkelheit, stemmt den Stiel CC′ auf einen festen Körper auf, und stößt den Pumpenstiefel AA′ stark und schnell herab.

Das Sauerstoffgas ist unter allen Gasarten dasjenige, welches das Licht am schwächsten bricht (111) (sein Brechungsvermögen verhält sich zu dem der atm. Luft wie 0,86161 : 1,00000; auch seine Wärmecapacität ist sowohl bei gleichen Gewichten, als bei gleichem Vol. geringer als jene der atm. Luft. Vom W. wird es nur wenig absorbirt. 100 Kubikzoll Wasser absorbiren 6,2 K. Z. Gas, lassen es aber beim Sieden ganz, und beim Gefrieren größtentheils wieder fahren). Da es nicht zusammengesetzt ist, so kann es durch den Wärmestoff nur ausgedehnt werden. Alle einfachen Körper können sich mit ihm verbinden, bald mit Freiwerden blos von Wärmestoff, bald von Wärmestoff und von Licht zugleich (80). Es theilt diese so merkwürdige Eigenschaft mit keinem andern Körper; oft verbindet es sich selbst in verschiedenen Verhältnissen mit dem nämlichen einfachen Körper oder auch mit zwei, drei einfachen Körpern zugleich. Hiedurch werden die meisten der Erscheinungen bedingt, deren Studium die Chemie fast

allein beschäftigt; und um diese wichtige Wahrheit sofort darzuthun, brauchen wir nur zu bemerken, 1) daß der Sauerstoff einer der Bestandtheile der atm. Luft und des Wassers, der pflanzlichen und thierischen Stoffe und fast aller bekannten Zusammensetzungen ist; 2) daß er allein zur Lebenserhaltung der Thiere dient; und daß nur durch ihn die atm. Luft die Eigenschaft erhält, das Leben ebenfalls zu unterhalten, das Holz, die Kohle, alle Arten brennbare Körper zu verbrennen, die Metalle durch Rost anzugreifen. 3) Mit einem Worte, daß an das Studium der Eigenschaften des Sauerstoffs sich das aller einfachen und zusammengesetzten Körper knüpft. Deßhalb hat auch dieß Studium, von Lavoisier so wohl begründet, einen wahren Umsturz der frühern chemischen Wissenschaft zuwege gebracht. Vor diesem berühmten Chemiker nämlich glaubte man, das Verbrennen der Körper bestehe darin, daß sie einen unfaßbaren (insaisissable) Grundstoff fahren ließen, welchem man den Namen Phlogiston gab; wonach man damals diese Körper als Verbindungen von Phlogiston und solchen, die wir jetzt Oxyde oder Säuren nennen, betrachten mußte. Jedesmal, wenn das Phlogiston entwich, fand Verbrennung Statt und der Körper hörte auf, verbrennbar zu seyn. Jedesmal hingegen, wenn das Phlogiston von einem nicht verbrennbaren Körper verschluckt wurde, ward er verbrennlich. Wäre dem aber wirklich so, so würden die Körper bei der Verbrennung nicht an Gewicht zunehmen können, und müßten eben so gut ohne als mit Zutritt der atm. Luft brennen. Dieß aber findet nicht Statt und jene Theorie ist mithin irrig. Jedoch macht sie Stahl, ihrem Urheber, große Ehre, und man könnte fast sagen, dieser große Irrthum verdiene unter die Reihe der großen Entdeckungen gesetzt zu werden, weil sie einerseits als Verknüpfungspunct für die damals vereinzelten Thatsachen, welche das Gebiet der Chemie befaßte, diente, und ihr den Charakter einer wahren Wissenschaft gab; andrerseits, wenn Stahl, anstatt zu lehren, das Phlogiston entweiche aus den verbrennlichen Körpern, angenommen hätte, es würde von ihnen verschluckt, sein Phlogiston nichts anders als der Sauerstoff gewesen wäre *).

Da die Sauerstoffmengen, welche sich mit einem und dem nämlichen verbrennlichen Körper verbinden, in einfachen Verhältnissen unter einander stehen, und da sie hinlänglich ausgemittelt sind, so hat der Dr. Wollaston, um die Zusammensetzung der Säuren, Oxyde,

*) Man setzt gewöhnlich das Stahlsche System, nach welchem das Verbrennen auf Entweichen des Phlogistons, und das von Lavoisier begründete, nach welchem es auf Verschlucken des Wasserstoffs beruht, unter dem Namen des phlogistischen und des antiphlogistischen Systems einander entgegen.

Salze leicht zu vergleichen, eine Tafel von Zahlen gebildet, welche man Proportionalzahlen nennt; die er dann auch auf die andern Verbindungen ausgedehnt hat.

In dieser Tafel giebt man im Allgemeinen ein solches Gewicht von jedem Körper an, als sich mit 10 Gewichtstheilen Sauerstoff verbindet, um die erste Oxydationsstufe darzustellen.

Die Quantität des verbrennlichen Körpers ist hienach beständig; blos die Quantitäten Sauerstoff sind veränderlich und gewöhnlich Multipla der Zahl 10. Wir führen als Beispiel die fünf Verbindungen des Stickstoffs mit dem Sauerstoff an, wo die Menge des Stickstoffs durch 17,58 ausgedrückt wird, und die Sauerstoffmengen durch 10, durch 2 mal 10, 3 mal 10, 4 mal 10, 5 mal 10. Hienach erhellt, daß man sagen kann, wie auch wirklich geschieht, daß diese Zusammensetzungen enthalten:

Das Protoxyd . . .	1 Proportionaltheil Stckst.	und 1 Prop. Srst.
Das Deutoxyd . . .	1 deßgl.	2 deßgl.
Die erste salpetrige S.	1 deßgl.	3 deßgl.
Die zweite salpetrige S.	1 deßgl.	4 deßgl.
Die Salpetersäure .	1 deßgl.	5 deßgl.

Mehrere wesentliche Ausnahmen sind zu bemerken; wir werden sie in der Tafel der Proportionalzahlen finden, welche im letzten Bande enthalten ist, und welche man lesen muß, um sich eine richtige Vorstellung von diesen Zahlen zu machen.

Gewinnung. — Der Sauerstoff wird durch die gleich zu beschreibende Verfahrungsart aus dem Peroxyd des Mangans oder dem verkäuflichen Braunstein (521) gewonnen. Man nehme Manganoxyd, welches kein kohlensaures Mangan enthält [1]); pulverisire es in einem eisernen oder messingenen Mörser, fülle eine steingutne Retorte fast

---

1) Es wird kein solches enthalten, wenn es, gepulvert und mit Salpeters. oder etwas verdünnter Salzs. zusammengebracht, kein Aufbrausen zeigt. Von dieser Art ist gewöhnlich das in glänzenden Nadeln krystallisirte. Entsteht aber ein merkliches Aufbrausen, so ist dieß ein sichres Zeichen der Gegenwart von Kohlens. Im Fall, wo man sich eines solchen Oxyds bedienen wollte, müßte man es zuvor gepulvert in eine Schüssel mit einem Ueberschuß verkäuflicher, mit W. verdünnter, Salzs. schütteln. Das kohlensaure Mangan wird sich in sehr kurzer Zeit zersetzen; und man wird von der vollkommen erfolgten Zersetzung und dem Entweichen aller Kohlensäure dann überzeugt seyn können, wenn, selbst bei Erneuerung der Säure, keine Blasen sich mehr entbinden. Man hat dann nur noch die Fl. abzugießen, das Oxyd zwei- bis dreimal mit vielem W. zu waschen und zu trocknen. Da das Oxyd durch dieß Mittel von Kohlens. befreit wird, und mithin bei hoher T. keins mehr zu entwickeln vermag, so wird es sich dann eben so gut als das von Natur reine Oxyd zur Bereitung des Sauerstoffs eignen.

ganz damit an, füge mittelst eines durchbohrten Stöpfels die gekrümmte Glasröhre BB' (Taf. X. Fig. 1.) daran, stelle die Retorte auf zwei Eisenstangen im Laboratorium (oder Arbeitsort, derjenige Theil des Ofens über dem Roste, in welchen die der Wirkung des Feuers auszusetzenden Gegenstände gebracht werden) DD' eines Reverberirofens EE, so daß die darangefügte Glasröhre unter den umgekehrten Trichter der Brücke einer mit Wasser gefüllten pneumatischen Wanne FF' eintaucht. (S. Beschreibung der Kupfertafeln, Art. Woulffscher Apparat, wie man sich bei der Zusammensetzung eines Apparats benehmen muß). Darauf bringe man die Retorte allmälig bis zum Rothglühen, indem man successiv in diesen Ofen entweder durch die Thür des Herdes oder durch den Rauchfang I des Arbeitsorts sehr wenig glühende, dagegen viel schwarze Kohlen einlegt. Anfangs wird sich nur atmosphärische Luft am Ende der Röhre BB' entbinden; wenn aber das Oxyd dem Glühen nahe kommt, wird sich Sauerstoffgas zu entbinden anfangen. Man lasse ungefähr einen Litre davon verloren gehen, und fange das alsdann sich entbindende auf, welches sich als rein betrachten läßt. Zu diesem Zweck stürze man eine Flasche voll Wasser oder eine Glocke wie M auf der Brücke der Wanne über das Loch des Trichters, unter welchen die Röhre BB' tritt, um; und ersetze sie durch eine andre, wenn sie sich mit Gas gefüllt hat. Das Feuer muß immer in hinlänglicher Stärke unterhalten werden; damit die Gasentbindung ununterbrochen fortgeht. Deßhalb darf man mit dem Nachlegen der Kohlen nicht bis zur Verzögerung dieser Gasentbindung warten; weil die kalte Kohle eine Temperaturerniedrigung zur Folge haben, der Zersetzung des Peroxyds Einhalt thun, und vielleicht das Rücksteigen des Wassers der Wanne durch die Glasröhre in die Retorte und dadurch deren Zerspringen bewirken würde (112). Man wird die Operation für geendigt ansehen können, wenn bei noch gut unterhaltenem Feuer sich fast kein Gas mehr entbindet. Dann lasse man die Retorte allmälig erkalten, um ihr Springen zu verhüten; nehme aber zuvor die Röhre hinweg, um das Rücksteigen des Wassers zu hindern, wenn diese Röhre nicht etwa eine Sicherheitsröhre ist (112). Ein Kilogr. (ungef. 2 Pf.) Manganperoxyd wird ungefähr 40 bis 50 Litres (2000 bis 2500 Cub. Zoll) Sauerstoff geben, und das Peroxyd hiedurch, wenigstens zum Theil, in den Zustand von Deutoxyd zurückgebracht werden, woraus folgt, daß die Hitze nicht vermögend ist, letztres zu zersetzen (522).

Es ist leicht, sich von den Erscheinungen Rechenschaft zu geben, welche die Gewinnung des Sauerstoffs aus dem Manganperoxyd darbietet. Durch Erhöhung der Temperatur dieses Oxyds werden durch die ganze Masse die Manganmolecule von den Sauerstoffmoleculen

entfernt; so daß bald eine gewisse Menge von letztern aus der Anziehungssphäre von erstern heraustritt. Da nun der Sauerstoff von Natur den Gaszustand hat, so müssen seine Molecule diesen annehmen und mithin sich entbinden. Wenn also die Sauerstoffmolecule des Deutoxyds sich nicht bei der Temperatur entbinden, welche zur Entbindung der Sauerstoffmolecule des Peroxyds hinreicht, so ist der Grund davon darin zu suchen, daß diese Temperatur noch nicht hinreicht, sie in die gehörige Entfernung von den, sie zurückhaltenden, Metallmoleculen zu bringen.

† Das Sauerstoffgas läßt sich auch ziemlich rein durch bloße Erhitzung des rothen Queckſilberoxyds entbinden; wobei zugleich das Queckſilber in metallischem Zustand überdestillirt, ferner durch Glühen von geschmolzenem Salpeter in einer gut beschlagenen gläsernen oder metallenen Retorte; doch ist es hier, besonders zu Ende der Operation, bedeutend mit Stickgas vermengt. — Wenn man eine Flasche mit frisch abgeschnittenen grünen Theilen solcher Pflanzen, welche in diesem Zustande noch lange fortleben können, also vorzüglich von Saftpflanzen, z. B. Agave, Cactus, Hauslauch und dergl. füllt, dann Flußwasser darauf gießt und die Flasche umgekehrt mit dem Halse in Wasser stehend der Sonne aussetzt, so bedecken sich die Pflanzentheile bald mit unzählichen Gasbläschen, welche sich nach und nach oben in der Flasche ansammeln. Ganz reines Sauerstoffgas wird gewonnen, wenn man chlorsaures Kali mit etwas Wasser angefeuchtet in einer Glasretorte mäßig erhitzt und das, nach Entweichung der, die atm. Luft austreibenden Wasserdünste, bei etwas verstärkter Hitze übergehende Gas über Queckſilber auffängt. Das chlorsaure Kali giebt 0,39 ganz reines Sauerstoffgas (Scholz Chem. I. 109. 110.).

Anwendung. — Der Anwendungen des Sauerstoffgases sind ausnehmend viele, wie sich schon aus dem bisher Erörterten voraussehen läßt. Wir sprechen hier nicht näher davon, weil der reine Srst. nie angewandt wird, außer bei einigen chemischen Operationen. Erst bei dem Artikel Atmosphärische Luft werden wir davon handeln, da man aus ihr fast alles Sauerstoffgas zieht, welches man auf die Körper wirken läßt.

Geschichtliches. — Ungeachtet des allgemeinen Vorkommens des Sauerstoffs in der Natur und der wichtigen Rolle, die er darin spielt, ist er doch erst seit funfzig Jahren bekannt. Die Entdeckung desselben gebührt Priestley, der sie im J. 1774 machte. Scheele entdeckte ihn seinerseits fast zur nämlichen Zeit als Priestley, und Lavoisier untersuchte seine Verbindungen mit einem seltnen Forschungsgeiste. Anfangs gab man diesem Gas verschiedene Namen. Einige Chemiker nannten es mit Priestley dephlogistisirte Luft, an-

dre mit Scheele Feuerluft; andre Lebensluft, reine Luft, Athemluft. Die neuere Nomenclatur verwarf alle diese Namen und wählten an ihrer Stelle den Namen Sauerstoff oder Oxygen, welches so viel heißt als säureerzeugend, weil man glaubte, daß alle Säuren Sauerstoff enthielten und sich nur durch die Beschaffenheit der verbrennlichen Körper unterschieden, welche in ihre Zusammensetzung eingiengen, und ie man deßhalb Radicale der Säuren zu nennen vorschlug. Aber auch diese Benennung hat ihre Zweckmäßigkeit verloren, seit dargethan ist, daß es Säuren giebt, welche blos aus verbrennlichen Körpern bestehen: ein neuer Beweis von der Zweckmäßigkeit unbezeichnender Namen für die einfachen Körper,

Wirkung auf den thierischen Organismus. — Das Sauerstoffgas ist die einzige Gasart, welche das Leben der Thiere zu unterhalten vermag: jedoch scheint es, wenn es rein ist, auf die Lungen so stark reizend einzuwirken, daß ein länger fortgesetztes Athmen desselben gefährliche Folgen haben würde; auch enthält die atm. Luft fast vier Fünftheile ihres Volumens Stickstoff, dessen Wirkung beim Athmen hauptsächlich die ist, die Wirkung des Sauerstoffs zu mäßigen. Folgende Thatsache giebt einen Beleg zu dieser reizenden Wirkung des Sauerstoffgases. Drei Männer wurden beim Eindringen in eine eben geleerte Abtrittsgrube durch das darin befindliche Schwefelwasserstoffgas in einen asphyktischen Zustand (Scheintod) gebracht. Man schaffte sie vom Markt des innocens, wo der Zufall Statt gehabt hatte, ins Hôtel-Dieu von Paris. Zwei starben unterwegs und der dritte langte in einem solchen Zustand von Schwäche an, daß er nicht mehr Kraft genug hatte, seine Gliedmaßen zu erheben. Man wußte nicht, was man mit ihm vornehmen sollte. Zufällig war eine Blase voll Sauerstoffgas vorhanden. Man ließ ihn dasselbe einathmen; er setzte sich sofort aufrecht; aber nur um bald wieder zurückzusinken und sein Leben auszuhauchen.

Wahrscheinlich würde man ihn ins Leben zurückgerufen haben, wenn man ihn etwas Chlor, mit viel atm. Luft vermischt, hätte einathmen lassen. (S. den Artikel Schwefelwasserstoffgas) (433).

Anwendung als Reagens. — 1) Um das Wasserstoffgas und alle brennbaren Gasarten, welche Wasserstoff und Kohlenst. enthalten, zu erkennen und die Menge des Wasserstoffs und Kohlenstoffs zu bestimmen; — 2) zur Zerlegung fester und flüssiger Substanzen, sowohl der organischen Reiche als der anorganischen Natur, welche Wsfst. und Khlst. enthalten; — 3) zur Entdeckung des Salpetergases, welches rothe Dämpfe damit bildet; — 4) für das Eisenoxydulhydrat, dessen weiße Farbe davon in die grüne und

dann in die braungelbe verwandelt wird, indem es zuerst in den Zustand von Eisen-Oxydo-Oxydulhydrat und dann in den von Eisenoxydhydrat übergeht; — 5) für die Gallussäure in ihrer Verbindung mit Ammoniak, die durch Schütteln mit Sauerstoffgas sehr bald eine grüne Farbe annimmt. Doch ist in Nr. 4 und 5 der Zutritt der atm. L. hinreichend, dieselbe Wirkung hervorzubringen.

Von der Verbrennung.

79. Wir verstehen unter Verbrennung eine Erscheinung, bei welcher sich der Srst. mit irgend einem Körper verbindet. Da alle einfachen Körper sich mit dem Srst. zu verbinden vermögen, so folgt, daß alle die Verbrennung hervorbringen können, oder daß alle verbrennlich sind. Die Verbrennung hat immer Entbindung von Wärmestoff und manchmal auch von Licht zum Begleiter; niemals aber Lichtentbindung ohne gleichzeitige Wärmeentbindung. Es ist von Wichtigkeit, über die Ursach dieser Erscheinungen ins Klare zu kommen, um so mehr, da die allgemeine Begründung derselben dann eine leichte Anwendung auf alle einzelnen Fälle gestattet, wo im Augenblick einer chem. Verbindung Wärme- und Lichtentbindung Statt findet. Wir wollen zuerst anführen, was in diesem Bezug in der zweiten Ausgabe dieses Werks gesagt worden ist, da es die Theorie enthält, welche bis auf die letzten Zeiten in dieser Hinsicht für gültig erachtet wurde; und sodann die Beobachtungen kennen lehren, welche eine fast gänzliche Umgestaltung dieser Ansichten nöthig machen.

80. „Wir haben gesehen, sagte ich in dieser Ausgabe, daß die Molecule der Körper nur durch den Wärmest. in Entfernung von einander gehalten wurden, und daß jede, durch irgend eine Ursach bedingte, Näherung derselben immer von einer mehr oder minder starken Entbindung von Wärmest. begleitet war. Nun findet, wenn ein verbrennlicher Körper sich mit dem Srst. verbindet, immer Annäherung zwischen den Moleculen beider Statt; es muß mithin immer Entbindung von Wärmest. erfolgen. Wir haben aber angenommen, das Licht sey nur eine Modification des Wärmestoffs: es ist mithin möglich, daß ein Theil von dem, sich bei der Verbrennung entbindenden, Wärmest. zu Licht wird. Andrerseits lehrt die Erfahrung, daß diese Umwandlung nur erst etwa bei der T. von 550 bis 600° Statt haben kann, da nur erst bei dieser Hitze die Körper leuchtend sind. Hienach kann, wie schon gesagt, keine Verbrennung mit Lichtentwickelung ohne Wärmeentbindung Statt finden, und immer muß die Ver-

brennung erfolgen, entweder mit Entbindung von Wärmest. allein, oder mit Entbindung von Wärmest. und Licht zugleich."

„Rührt die Entbindung des Wärmestoffs vom verbrennlichen Körper oder vom Srst. her? Hierüber bis zu einem gewissen Grade zu entscheiden, muß man den Zustand des verbrennlichen Körpers, den des Sauerstoffs und des verbrannten Körpers in Betracht ziehen. In der That hat man nachgewiesen, daß ein Körper mehr Wärmest. im Gaszustande, als im tropfbaren Zustande, und mehr im tropfbaren, als im festen Zustande enthält. Hienach, wenn der verbrennliche Körper fest und der Srst. gasförmig ist, wird der entbundene Wärmest. wahrscheinlich vom Srst. herrühren, welches auch der Zustand des verbrannten Körpers seyn mag, dagegen er von beiden herrühren wird in dem Falle, wo der Srst. und die verbrennlichen Körper sich alle beide im Gaszustande befinden. Da aber alle einfachen verbrennlichen Körper fest sind, ausgenommen der Wasserstoff, das Chlor, der Stickst. und das Quecksilber; und da auch unter den zusammengesetzten verbrennlichen Körpern die größte Anzahl sich in festem Zustande befindet, so folgt, daß in den meisten Fällen der, bei der Verbrennung sich entbindende, Wärmestoff vom Srst. herrührt. Es wäre jedoch möglich, daß auch in dem Falle, wo der verbrennliche Körper fest und der Srst. gasförmig wäre, ein, obwohl nur sehr kleiner Theil Wärmest. von ersterm herrührte; wie, wenn die V. des Sauerstoffs zu dem verbrennlichen Körper sehr groß wäre. In allen Fällen wird die Menge Wärmestoff, welche ein Körper beim Verbrennen entbindet, von folgenden vier Ursachen abhängen, dem Zustand des Sauerstoffs, dem Zustand des verbrennlichen Körpers, der mehr oder minder großen V. dieses Körpers zum Srst., dem Zustand des verbrannten Körpers und noch folgenden zwei andern: der Capacität des verbrennlichen Körpers für den Srst., und dem Unterschiede in der Wärmecapacität zwischen diesen beiden Körpern und dem verbrannten Körper. In der That ist diese letztre Ursach eben so einleuchtend, als die vier erstern; und die fünfte ist es nicht minder, denn je mehr der verbrannte Körper Srst. aufgenommen haben wird, um so mehr Wärmestoff wird sich, die übrigen Umstände gleich gesetzt, während seiner Bildung entbinden."

„80 bis. Machen wir jetzt die Anwendung von dieser Theorie auf die Verbrennung verschiedener Körper. Als vergleichungsweise Beispiele mögen die Verbrennung des Eisens im reinen Sauerstoffgase und seine Verbrennung in der atm. L. dienen, welche ein Gemenge aus 0,21 Sauerstoffgas und 0,79 Stickstoffgas ist."

„Verbrennung des Eisens im Sauerstoffgas. — Man nehme eine Uhrfeder, deren Elasticität durch Glühen vernichtet worden ist, und deren gehämmerte Enden man mit der Scheere zu Spitzen

zugeschnitten hat; rolle sie spiralförmig; befestige etwas Zündschwamm an das eine verdünnte Ende, und stecke das andre in einen Stöpsel von gehöriger Dicke. Zündet man alsdann den Schwamm an und läßt die Feder in eine große, mit Sauerstoffgas gefüllte, Flasche tauchen, so verbrennt der Schwamm, das Eisen oxydirt sich, entzündet sich; eine der lebhaftesten Verbrennungen findet statt; es entbindet sich so viel Licht, daß das Auge dadurch geblendet wird: geschmolzene Kügelchen von Eisen fallen herab und sind so heiß*), daß sie selbst in die Substanz der Flasche eindringen*). Wenn eine hinreichende Menge Srst. vorhanden ist, so wird die Uhrfeder in weniger als einer Minute verzehrt."

„Woher kommt der sich hiebei entbindende Wärmestoff? Vom Sauerstoffgase; denn das Eisen ist fest und der Srst. gasförmig. Warum entbindet sich so viel Wärmest.? Weil der Srst. viel V. zum Eisen hat, weil das Eisenoxyd fest ist, und bei seiner Bildung viel Srst. aufnimmt. Warum endlich entbindet sich so viel Licht? Weil viel Sauerstoffgas in wenig Zeit verschluckt wird, und weil die erzeugte Wärme oder Temperaturerhöhung sehr groß ist."

„Wie aber kommt es, daß das Eisen, wenn man es der Luft aussetzt, sich endlich ganz und gar und selbst noch mehr oxydirt, als wenn man es in Sauerstoffgas verbrennt, ohne daß doch seine T. sich merklich dabei erhöht? Deshalb, weil die Verschluckung des Sauerstoffs so langsam erfolgt, daß die in jedem Augenblick erzeugte Wärme unmerklich ist.

„81. Als zweites Beispiel wollen wir die Verbrennung des Wasserstoffgases nehmen."

„Das Wasserstoffgas ist unter allen verbrennlichen Körpern derjenige, welcher am meisten Wärme und Licht giebt. Man mache ein Gemenge aus 2 Volumtheilen dieser Gasart und 1 Theil Srst.; drücke sie stark in einem kupfernen Gefäß zusammen; lasse sie dann (unter diesem Druck) durch eine Röhre von capillarem Durchmesser austreten und entzünde den Gasstrom; die T. wird so weit erhöht werden, daß man darin Körper zu schmelzen und zu zersetzen vermag, die man vergebens auf andre Weise zu schmelzen oder zu zersetzen suchen würde. Die Ursachen hievon liegen zu Tage. Der Wasserstoff

---

*) Diese Kügelchen bewirken oft ein Zerspringen der Flasche; welches man dadurch verhütet, daß man eine hinlänglich dicke Wasserschicht in der Flasche läßt. Auch muß man zwischen Stöpsel und Hals der Flasche einen Ausgang lassen, damit das Gas entweichen kann; widrigenfalls könnte der Stöpsel zu Anfange des Versuchs durch die Expansion des Gases herausgeworfen werden.

ist gasförmig; er verschluckt mehr als das Fünffache seines Gewichts an Srst.; beide Gasarten gehen durch ihre Verbindung mit einander in tropfbaren Zustand über; sie haben eine große wechselseitige V.; endlich erfolgt die Verbrennung sehr schnell: der Hitzegrad, den sie hervorbringen, muß mithin sehr hoch seyn."

„Wenn man aber, anstatt den Wasserstoff und Sauerstoff in Gaszustand zusammenzubringen, sie einander schon mit irgend einem andern Körper verbunden darbietet, und sie ihre respective Verbindung verlassen können, um sich mit einander zu vereinigen, so wird es geschehen können, daß sich im Augenblick ihrer Verbindung kein Licht mehr entbindet, ja selbst daß fast kein Wärmest. mehr dabei frei wird. Dieser Fall wird eintreten, wenn beide Gasarten bei ihrer Vereinigung mit den Körpern, mit denen sie sich in Verbindung befinden, einen starken Verdichtungsgrad erfahren haben. Wir werden in der Folge sehr oft Gelegenheit haben, Erscheinungen dieser Art zu beobachten, zumal wenn wir das geschwefelte Wasserstoffgas auf die freien oder mit Säuren verbundnen Metalloxyde wirken lassen. (494 und 715)."

„81 bis. Nehmen wir als drittes und letztes Beispiel die Verbrennung des Queckſilbers."

„Wenn man Queckſilber in einem offnen Kolben bis nahe an den Siedgrad erhitzt, so oxydirt es sich allmälig, und man kann leicht in einigen Tagen mehrere Grammen eines Oxyds, welches roth ist, erhalten. Jedoch findet keine Lichtentwicklung hiebei Statt. Der Grund davon liegt darin, daß die Verbrennung sehr langsam erfolgt, und daß die V. des Sauerstoffs zum Queckſilber nicht sehr stark ist, so daß der Srst. im Queckſilberoxyd noch viel Wärmest. zurückhält: auch vermag dieß Oxyd einige verbrennliche Körper unter Leuchten zu verbrennen. Wir sehen also, daß die Cohäsion in diesem Oxyd hinlänglich stark ist, um einen festen Zustand desselben zu bedingen, daß aber die Sauerstoff- und die Queckſilbermolecule sich nicht in hinlänglichem Grade anziehen, um es zu einer großen Annäherung zwischen ihnen, und mithin starker Wärmeentbindung zu bringen. Die Oxyde des Silbers, Goldes u. s. w. befinden sich im nämlichen Fall."

„Bei andern Körpern, und namentlich der Kohlens., tritt der entgegengesetzte Fall ein. Die Verwandtschaft der Molecule dieser S. zu einander ist sehr groß, denn ihre Zersetzung hält sehr schwer; ihre Cohäsion aber ist null, indem sie gasförmig ist (6)."

„82. Nach Erörterung der Frage, woher die Entbindung von Wärmest. rührt, welche die Verbrennung stets begleitet, würden wir nun auch zu untersuchen haben, welches der Grund der Wärmeentwicklung ist, die überhaupt bei jedem Act inniger Vereinigung zweier Körper eintritt. Bei geringer Ueberlegung aber wird es leicht in die

Augen fallen, daß alle Fragen, die sich hierüber aufwerfen lassen, eine ähnliche Beantwortung, als die, mit deren besondrer Erörterung wir uns hier beschäftigt haben, zulassen."

83. Auf diese Weise hat man sich seit Lavoisier immer die Wärme- und Lichterzeugung erklärt, welche im Augenblick der Verbrennung und der Verbindungen, welche die verschiedenen Körper unter einander eingehn können, Statt hat. Diese Theorie jedoch kann, in so weit sie die Wärmeerzeugung betrifft, jetzt nicht mehr für haltbar angesehen werden; indem man, um sie mit den Thatsachen in Uebereinstimmung zu bringen, der Bemerkung Dulongs und Petits zufolge, zu der zu unwahrscheinlichen Annahme genöthigt seyn würde, daß die Wärme in den Körpern unter zwei ganz verschiedenen Zuständen existirt, und daß die, welche man als mit den materiellen Theilchen in Verbindung betrachtet, ganz unabhängig von der specifischen Wärme ist, weil ziemlich oft die Zusammensetzungen eben so viel Wärmecapacität besitzen als ihre Bestandtheile, selbst in Fällen, wenn letztre gasförmig, die Zusammensetzungen aus ihnen aber fest oder tropfbar sind (Th. I. S. 113). Da nun bekanntlich bei der Vereinigung des positiv el. Fluidums mit dem negativen eine starke Wärmeentwicklung erfolgt (73), und da es scheint, daß alle Körper sich im Augenblick ihrer chem. Vereinigung in einem entgegengesetzt el. Zustande befinden, läßt sich nicht als wahrscheinlich annehmen, daß der größere Theil der sich enthindenden Wärme von diesem letztern Umstande abhängt?

Von der Flamme.

84. Davy hat vor einigen Jahren Beobachtungen über die Flamme angestellt, welche zu wichtig sind, um sie mit Stillschweigen zu übergehen. Wir werden die hauptsächlichsten Resultate derselben in der Kürze und so viel als möglich mit den eignen Ausdrücken des Entdeckers anführen. (Ann. de Chimie et de Physique, tom I, III et IV.) [1])

---

1) Die Entdeckung, welche Döbereiner vor Kurzem über die Eigenschaft des Platins gemacht hat, die Vereinigung des Wasserstoffes mit dem Srst. ausnehmend zu begünstigen, und selbst sie bei der gewöhnlichen T. zu bewirken, wird uns vielleicht bald in den Stand setzen, die Artikel 1, 2 und 5 von dem, was jetzt im Text über die Flamme folgt, zu modificiren. Wir glauben indeß, uns jetzt der Abänderung noch enthalten zu müssen, aus Furcht, die Wahrheit zu überschreiten. Im letzten Bande unter den Zusätzen wird man alle dahin einschlagenden Resultate mit den daraus zu zie-

1) Die Flamme, sagt Davy, ist ein gasförmiger Stoff, bis zu dem Grade erhitzt, daß er leuchtend wird, und dessen T. die Weißglühhitze der festen Körper übersteigt; welches sich dadurch ergiebt, daß die atm. L., ohne leuchtend zu seyn, diesen Wärmegrad mitzutheilen vermag. Man nehme einen feinen Platindraht, halte ihn ungefähr ein Zwanzigtheil Zoll von der Flamme einer Weingeistlampe, indem man diese Flamme durch einen undurchsichtigen Körper verdeckt; der Draht wird durch die Hitze weißglühend werden, obwohl er sich an einem Orte befindet, wo kein sichtbares Licht vorhanden ist. (Ann. de Chimie et de Physique, tom. IV, p. 337).

2) Man weiß seit langer Zeit, daß der Wsfst. und das Chlor, der Srst. und die Metalle sich langsam und ohne Lichtentwicklung unter der Rothglühhitze zu verbinden vermögen. Auch viele andre Substanzen müssen hieher gezählt werden. Wir führen namentlich als Beispiele die Gemenge aus Srst. und Wsfst., aus Srst. und Kohlenwsfst. an. Da nun die T. der Flamme weit höher ist, als die, welche zum Glühen der festen Körper erfordert wird, so muß es begreiflich nicht unmöglich seyn, gewisse Körper zum Glühen zu bringen, indem man sie fast bis zu dem Puncte erhitzt, wo sie es werden, und sie dann in das Gemenge aus einem brennbaren Gas und Srst. oder atm. L. taucht: das Gemenge wird nicht Feuer fangen, weil die T. zu schwach ist, um das Leuchten der Gase zu bedingen; allein es wird eine hinlängliche Hitze durch die langsame Verbindung des Sauerstoffs mit dem brennbaren Gas da, wo sich der Körper befindet, entwickelt werden, um letztern zum Glühen zu bringen; welche Erscheinung sich wirklich an einem feinen Platin- oder Palladiumdraht beobachten läßt. Man gieße ein wenig Aether in ein mit einem Fuße versehenes Glas; erhitze an der Flamme einer Weingeistlampe einen Platindraht von $\frac{1}{50}$ oder $\frac{1}{70}$ Zoll im Durchmesser, der spiralförmig gewunden und mit dem obern Theile an einer Scheibe von Pappe befestigt ist; tauche diesen Draht in das Glas, indem man die Pappscheibe auf die Mündung desselben legt: er wird zu leuchten anfangen, an einigen Stellen fast weiß glühen, und so lange fort im Glühen bleiben, als eine hinlängliche Quantität Dunst und atm. L. vorhanden ist. Wenn der Draht sehr fein ist, wenn er z. B. nur $\frac{1}{80}$ Zoll im Durchmesser hat, so steigert sich die Hitze in den sehr verbrennlichen Gemengen, wie von Wsfst. und Srst. zu dem Grade, daß sie detoniren (Ann. de Chim. et de Phys., tom IV, p. 347).

Es giebt noch eine andre Art, den Versuch anzustellen: daß man

---

henden Folgerungen finden, womit wir unsern Lesern empfehlen, sich bekannt zu machen.

nämlich die Spirale von Platindraht vertical in das Ende des Dochts einer Weingeistlampe bringt, so daß der Draht etwas über den Docht hervortritt. Man zündet die Lampe an, bläst sie einige Secunden darauf aus, und der Draht bleibt in dem ganzen Theile, welcher den Docht nicht berührt, glühend. Das Glühen kann ganze Tage hindurch fortdauern, so daß diese Art Lampe sich als Nachtlampe anwenden läßt.

3) Das Licht der Flamme ist nur in so fern intensiv, als es sich in Berührung mit einem festen Stoff befindet. Man verbrenne Schwefel, Wasserstoffgas, Kohlenstofforydgas u. s. w. in der atm. Luft oder in Sauerstoffgas, und man wird nur ein schwaches Licht erlangen; bringt man aber Zinkoxyd, Amianth oder ein metallisches Gewebe in die Mitte ihrer Flamme, so wird diese sogleich viel Glanz erhalten (Ann. de Chimie et de Physique, tom III, p. 732).

Man wird hienach begreifen, warum das Licht, welches von der Verbrennung des Zinks und des Phosphors im Sauerstoffgas herrührt, so lebhaft ist, während das durch die Verbrennung des Schwefels entstehende sich so schwach zeigt. Eben so wird leicht erklärlich seyn, warum die Flamme eines Stroms Kohlenwasserstoffgas, der in der Atmosphäre brennt, sehr glänzend ist, schwach und bleich aber wird, wenn dies Gas sich mit einer gewissen Quantität Luft gemengt findet. Im ersten Fall nämlich setzt sich im Innern des Stroms etwas Kohle ab, was im zweiten nicht der Fall ist.

4) Die Flamme kann bei der gewöhnlichen T. nicht durch ein sehr enges Metallgewebe dringen. Dieß Gewebe kühlt das Gas so ab, daß dessen Hitzegrad unter den herabkommt, bei welchem es leuchtend ist, und keine weitere Verbrennung des noch nicht verbrannten Statt finden kann. So, wenn man ein Metallgewebe horizontal unmittelbar über die Spitze einer Lichtflamme bringt und es allmälig senkt, so entsteht bald ein abgekürzter Lichtkegel, dessen Axe und die umgebenden Theile dunkel sind, weil die Verbrennung nur äußerlich Statt hat, und dessen Ränder ausgeschweift sind.

Die Temperaturverminderung muß der Kleinheit der Oeffnungen des Gewebes und der Masse des Metalls proportional seyn; und die Wirksamkeit des Gewebes auf die Flamme muß von der Hitze abhängen, welche erforderlich ist, die Verbrennung hervorzubringen, in Vergleich mit der, welche vom Gewebe selbst erlangt wird. Die Flammen der verbrennlichern Substanzen so wie die Flammen solcher, welche mehr Wärmest. bei der Verbrennung entwickeln, werden mithin durch ein Metallgewebe gehen, welches den Flammen von minder verbrennlichen Substanzen oder solchen, die beim Verbrennen wenig Wärmestoff entwickeln, den Durchgang verwehrt; oder auch, wenn das

Gewebe das nämliche bleibt, und für alle Flammen bei der gewöhnlichen T. undurchgänglich ist, so werden die Flammen der verbrennlichern Substanzen und solcher, welche mehr Wärme entwickeln, schneller durch das Gewebe bei Erhitzung desselben hindurchgehen; und zwar wird jede Flamme bei einem verschiedenen Temperaturgrade hindurchgehn, wie dieß folgende Versuche zeigen.

Ein Gewebe von 100 Oeffnungen auf den Quadratzoll, aus Messingdraht von $\frac{1}{60}$ Zoll im Durchmesser, läßt bei der gewöhnlichen T. die Flamme des Wasserstoffgases durch, nicht aber die einer Weingeistlampe, außer in so fern der Draht des Gewebes stark erhitzt wird. Ein Gewebe, welches bis zum Rothglühen erhitzt, die Flamme des Wasserstoffgas durchläßt, hält noch die des ölbildenden Gases auf, und ein Gewebe, welches rothglühend die zuletzt genannte Flamme durchbrennen läßt, ist für die Flamme des Wasserstoffprocarbonidgases (Kohlenwasserstoffgases) aus den Steinkohlengruben undurchdringlich. Ein Eisendraht von $\frac{1}{8}$ Zoll, bis zum Kirschrothglühen erhitzt, entflammt das ölbildende und das Wasserstoffgas; wenn er aber nur $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser hat, so hört er auf, das erste zu entzünden, während er das zweite noch sehr gut entzündet. Damit letztres durch einen Draht von $\frac{1}{500}$ Zoll entzündet werden könne, muß dieser Draht bis zum Weißglühen erhitzt werden, obwohl er, kaum rothglühend, das Wasserstoffprophosphoridgas zu entflammen vermag. Endlich würde ein Eisendraht von $\frac{1}{40}$ Zoll, selbst bis zum Weißglühen erhitzt, die brennbare Grubenluft nicht zu entzünden vermögen. (Annales de Chimie et de Physique, t. IV, p. 338).

Diese Beobachtungen haben Davy zur Entdeckung einer sehr nützlichen Sicherheitslampe geführt. Bekanntlich entwickelt sich in den Steinkohlengruben von Zeit zu Zeit eine gewisse Quantität Kohlenwasserstoffgas, welches durch seine Vermischung mit der atm. L. ein Gemenge bildet, das durch die Berührung entflammter Körper zum Detoniren gebracht wird. Explosionen dieser Art ereignen sich nur zu häufig im Schooße der Gruben, und haben schon vielen Arbeitern das Leben gekostet. Zur Verhütung solcher Unfälle nun muß man dem Arbeiter sein benöthigtes Licht durch eine Lampe verschaffen, welche man mit einem Cylinder von metallischem Gewebe, der nicht über zwei Zoll im Durchmesser haben darf, und der an eisernen Trägern stark befestigt ist, umgiebt. Der Draht kann von Eisen seyn und $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll im Durchmesser haben. Das Gewebe davon enthält auf den Quadratzoll ungefähr 750 Oeffnungen. Die Lampe kann übrigens offen seyn, ausgenommen unten, wohin man das Licht stellt. (Ann. de Chim. et de Phys. tom. I, p. 186 et 329; tom. IV, p. 353).

Man begreift ferner nach dem Vorstehenden, daß, obwohl das

Gemenge von Wasserstoff und Srst. in einem offnen Gefäße bei der Berührung eines entflammten Körpers plötzlich sich entzündet und detonirt, doch auch eine allmälige Verbrennung desselben ohne Explosion Statt finden kann. Es bedarf hiezu nur, das Gemenge mittelst eines vereinigten Saug- und Druckwerks stark in einem kupfernen Reservoir zusammenzudrücken, dem Gas durch eine Röhre von capillarem Durchmesser, welche der Flamme undurchgangbar ist, Ausgang zu verstatten und den daraus hervortretenden Strom anzuzünden. Auch hat sich der Doctor Clarke dieses Apparats, welcher dem Brookschen Gebläse gleicht, mit Vortheil bedient, durch Verbrennung von 2 Vol. Wsst. und 1 Srst. höhere Hitzegrade als die bisher bekannten zu erlangen. Nur hat er, um den Apparat sichrer zu machen und eine Detonation leichter zu verhüten, die Einrichtung dabei getroffen, daß das Gas genöthigt ist, bevor es sich in die capillare Röhre begiebt, eine Schicht Oel und ein ganz feines Metallgewebe zu durchstreichen. Später hat man mit Recht gerathen, die Zahl der Gewebe zu vermehren und sie bis zu 100 und 150 zu steigern. (S. die Erklärung der Kupfertafeln, Art. Gebläse.).

5) Die Flamme, welche von einem Gasstrom herrührt, den man entzündet hat, löscht immer in einer Luft aus, die durch Verminderung des Drucks mehr oder minder verdünnt worden ist. Als Wasserstoffgas, welches sich langsam aus einer Flasche entband, auf die eine Glasröhre aufgesetzt war, an der engen Mündung dieser Röhre angezündet und der Apparat unter den Recipienten einer Luftpumpe, welcher 200 bis 300 Cub. Zoll Luft faßte, gebracht worden war, sah man die Flamme, deren Höhe ein Sechstheil Zoll betrug, sich erst in dem Maße, als man die Luft entleerte, ausbreiten, alsdann kleiner werden und endlich verschwinden, als der Druck sieben bis achtmal kleiner, oder die Luft sieben bis achtmal dünner als Anfangs geworden war. Der Grund ist der, daß in einer zu verdünnten Atmosphäre nicht mehr hinlängliche Hitze zur Unterhaltung der Verbrennung entwickelt wird. In der That, ein Platindraht ward spiralförmig am Ende der Glasröhre gewickelt, so daß er sich im Körper der Flamme befand, und noch darüber hinausragte. Man zündete den Gasstrom an, der wie beim vorigen Versuch eine Flamme von einem Sechstheilzoll Höhe gab, und fieng an, die Luft auszupumpen. Der Platindraht erhitzte sich sofort (nach dem Anzünden des Gasstroms) in der Mitte der Flamme bis zum Weißglühen, und man sah selbst ein kleines Stückchen davon nahe am Gipfel schmelzen: er blieb weißglühend, bis die Luft um das Sechsfache verdünnt war. Er blieb noch rothglühend am obern Theile, als die Verdünnung das Zehnfache betrug, und während der ganzen Zeit, wo er sich von einem dun-

keln Roth zeigte, brannte das Gas, obwohl unterhalb erloschen, an der Stelle, wo es sich mit dem erhitzten Draht in Berührung befand. Die Verbrennung hörte auf, als die Verdünnung das Dreizehnfache betrug.

Es scheint also, daß die Wasserstoffflamme in verdünnten Atmosphären dann erst erlöscht, wenn sie unfähig ist, dem Platindraht ein sichtbares Glühen zu ertheilen. Da nun dieß der Hitzegrad ist, welcher auch zur Entzündung des Wasserstoffs in der atm. L. beim gewöhnlichen Druck erfordert wird, so zeigt sich seine Verbrennlichkeit durch die von einem geringern Druck herrührende Verdünnung, bei Gleichsetzung der T., weder vermindert noch erhöht.

Nach dieser Ansicht würde zu folgern seyn, daß unter den andern verbrennlichen Körpern diejenigen, welche eine geringere Hitze zu ihrer Verbrennung bedürfen, in einer mehr verdünnten Luft brennen müssen, als die, welche einen stärkern Hitzegrad erfordern, und daß die, welche viel Hitze bei ihrer Verbrennung geben, bei Gleichheit der übrigen Umstände, in einer verdünntern Luft brennen müssen, als die, welche weniger Hitze erzeugen; und in der That bestätigen dieß alle bisher angestellten Versuche. (Ann. de Chim. et de Phys. t. IV. p. 262).

6) Die Ausdehnung durch die Wärme vermindert die Verbrennlichkeit der Gasarten nicht nur nicht, sondern macht sie im Gegentheil fähig, bei einer niedern T. zu explodiren oder sich zu entzünden; auch scheint dieß natürlich, weil ein Theil der, aus einem entzündeten Körper sich entbindenden, Wärme dazu verwendet werden muß, die umgebende T. zu erhöhen. In diesem Fall entzündet sich z. B. ein Gemenge aus Wsst. und Srst. etwas unter der Rothglühhitze. (Ann. de Chim. et de Phys. t. IV. p. 270).

7) Wenn ein Gasgemenge fähig ist, durch einen el. Funken oder einen brennenden Körper plötzlich entzündet zu werden und zu detoniren, so läßt sich die Entzündung immer durch Zusatz einer gewissen Quantität von einem beliebigen Gas verhüten. Jedenfalls sind die explodirenden Gemenge oder die entzündbaren Körper, welche am wenigsten Hitze zum Eintritt ihrer Verbrennung bedürfen, zugleich die, welche zur Verhütung derselben am meisten gasförmigen Stoff erfordern und umgekehrt. So entzünden sich ein Vol. Chlor und 1 Vol. Wsst. noch, wenn man sie mit dem Achtzehnfachen ihres Gewichts Srst. mengt, während ein Gemenge von 1 Vol. Wasserstoffprocarbonid (gewöhnlich schlechthin Kohlenwasserstoffgas genannt) und 2 Vol. Srst. seine Entzündbarkeit durch Zusatz von 3 Vol. Srst. verliert. Die Dichtigkeit und Wärmecapacität der Gasarten sind unstreitig von vielem Einfluß auf diese Erscheinungen; wahrscheinlich aber nicht allein

dabei im Spiele; denn das Stickstoffprotoxyd, welches fast um ein Drittheil dichter als der Srst. ist und, nach de la Roche und Berard, dessen Wärmecapacität im Verhältniß von 1,3503 zu 0,9765, dem Volumen nach, übertrifft, ist minder wirksam als letzterer zur Verhütung der Explosion, der Wasserstoff dagegen zeigt sich wirksamer, obwohl er sechzehnmal leichter als der Srst. ist, und bei dem nämlichen Volumen unstreitig eine geringere Wärmecapacität besitzt. (Ann. de Chim. et de Phys., t. IV. p. 276.).

84 †. Von den elektrischen Eigenschaften der Flamme. Brande (Phil. transact. 1814. T. 1. Gilb. Annal. 1816. XXII. N. F. S. 372.) hat durch Versuche gezeigt, daß die Flammen verschiedener Gasarten sich auch verschieden elektrisirt zeigen. Er brachte nämlich die brennenden Körper zwischen zwei hohle, inwendig die Reservoirs von Thermometern einschließende, Messingkugeln, deren eine mit dem positiven, die andre mit dem negativen Conductor in Verbindung stand, und beobachtete nun, nach welcher von beiden die Flamme oder der Dampf sich am meisten hinzog und welche in Folge dessen am meisten erwärmt wurde. Flamme und Dampf verfolgten oft entgegengesetzte Richtungen. Die Resultate, die er fand, sind unter folgender Uebersicht begriffen:

Flammen und Dämpfe, welche von der positiven Kugel angezogen wurden.

Flamme von Phosphorwasserstoffgas, schwach.
Flamme von Kohlenstofforyd, zweifelhaft.
Die schwefeligsauren Dämpfe bei Verbrennung des Schwefels.
Die Flamme und die sauren Dämpfe des Phosphors.
Ein Strom von salzsaurem Gas, noch merklicher gemacht, wenn man beide Kugeln mit Lackmuspapier überzog.
Ein Strom von salpetriger Säure.
Nicht brennende sublimirte Benzoesäure.
Nicht brennende Bernsteindämpfe.

Flammen und Dämpfe, welche von der negativen Kugel angezogen wurden.

Flamme von oelbildendem Gas.
Flamme von Schwefelwasserstoffgas, schwach; der entstehende schwefeligsaure Dampf ging zur positiven Kugel über.
Flamme von Arsenikwasserstoffgas; die entstehende arsenige Säure gieng schwach zur andern Kugel hinüber.
Flamme von Wasserstoffgas, jedoch zweifelhaft.

Flamme des Schwefelkohlenstoffs; die entstehenden sauren Dämpfe giengen zur positiven Kugel über.

Die Flamme und alkalischen Dämpfe des Kaliums.

Flamme und Rauch von brennender Benzoe, Kampher, Harzen, Bernstein.

Nach Ermanns Versuchen leitet die Flamme von Weingeist, Wasserstoff, Wachs und Oel die positive El. besser als die negative; bei der Flamme von Phosphor dagegen findet das Umgekehrte Statt (S. Biots Lehrb. der Physik, II. 340.). Wurde nämlich die Verbindung zwischen den beiden Polen einer sonst isolirten Säule durch eine, mit dem Boden in leitender Verbindung stehende, Flamme geschlossen, so verschwand, wenn die Flamme vom Phosphor herrührte, blos die Divergenz des, am negativen Pol angebrachten, Elektrometers, während das am positiven seine Divergenz beibehielt; das Umgekehrte fand Statt, wenn die Flamme von Weingeist, Wasserstoff, Wachs oder Oel herrührte.

Brande sucht diese Erscheinung darauf zurückzuführen, daß die Flamme vermöge der ihr eigenthümlichen El. die entgegengesetzte El. des einen Pols neutralisire; und daß daher das Zusammenfallen des an diesem Pole befindlichen Elektrometers rühre; wogegen indeß Ermann Einwürfe macht (Gilb. Ann. 1816. XXII. N. F. S. 384.). Auch zeigt sich jene Unipolarität noch an der Seife, wo das Leitungsvermögen zu Gunsten der negativen El. ausfällt.

Nach Becquerel (Biots Lehrb. der Physik, IV. S. 344. 345.) soll die Flamme von brennendem Papier und von Weingeist negativ elektrisch seyn.

Fünftes Buch.

Von den einfachen verbrennlichen Körpern.

85. Unter den einfachen verbrennlichen Körpern hat man solche zu verstehen, welche bisher noch nicht zersetzt zu werden vermochten, und die Eigenschaft besitzen, durch Verbindung mit dem Sauerstoff Oxyde oder Säuren hervorzubringen. Man zählt deren ein und funfzig, das Radical der Flußsäure [1]) nicht mit inbegriffen. Wir werden dem

---

1) Ampère hat wegen der großen Wirkung, die dieß Radical auf die andern Körper äußern muß, vorgeschlagen, es Phythor zu nennen, ein Name, welcher von einem griechischen Worte abgeleitet ist, das verderblich, zer-

Studium dieser Körper zwei Kapitel widmen; und zwar im ersten die einfachen nicht metallischen Körper abhandeln, im zweiten die Metalle.

Erstes Kapitel.

Von den einfachen nicht metallischen Körpern.

85 bis. Die einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körper sind neun an der Zahl, nämlich der Wasserstoff, das Bor, der Kohlenstoff, der Phosphor, der Schwefel, das Selen, das Jod, das Chlor und der Stickstoff *). Drei unter ihnen, der Wasserstoff, das Chlor und der Stickstoff sind immer, bei allen bekannten Temperaturen, im Gaszustande; die sechs andern sind bei den gewöhnlichen Temperaturen immer fest: unter letztern sind der Phosphor, der Schwefel, das Selen und das Jod schmelzbar und flüchtig, das Bor und der Kohlenstoff dagegen unschmelzbar und feuerbeständig. Keiner hat bei der T. der Atmosphäre Wirkung auf das Sauerstoffgas. Das Chlor, das Jod und der Stickstoff zeigen eine solche selbst nicht bei erhöhter T.; der Wasserstoff, das Bor, der Kohlenstoff, der Phosphor, der Schwefel und das Selen dagegen sind fähig, ihn in diesem Fall zu verschlucken und mit Wärme und Licht zu brennen.

Die Untersuchung dieser Körper wollen wir möglichst nach der Ordnung anstellen, nach welcher sie sich in der Verwandtschaft zum Sauerstoff folgen. Diese Ordnung scheint für die sechs ersten die nämliche zu seyn, nach welcher wir sie oben genannt haben, so jedoch, daß dem Wasserstoff und dem Bor eine gleiche Stufe darin gebührt. Die drei letzten besitzen unstreitig eine schwächere Verwandtschaft zum Sauerstoff als die ersten; welches aber ihre Reihenfolge unter einander in dieser Hinsicht sey, ist noch nicht entschieden.

Vom Wasserstoff, Hydrogen, nach Oersted Brint, (hydrogenium, hydrogène. H. = 1,243).

86. Die Entdeckung des Wasserstoffs fällt in die ersten Jahre des 17ten Jahrhunderts; doch fing es erst um das Jahr 1777 von Ca-

---

störend bedeutet. Die Chemiker, die davon gesprochen haben, führen es unter dem Namen Fluor auf.

*) Nach Berzelius neuesten Erfahrungen müßte man auch das Silicium hieher rechnen; da es keine deutlich metallischen Eigenschaften zeigte, als er es reducirt hatte; doch habe ich es bei den metallischen Mitteln noch stehen lassen, da überhaupt keine ganz feste Scheidung zwischen metallischen und nicht metallischen Körpern Statt findet, und man einmal gewohnt ist, das Silicium zu erstern zu rechnen.

vendisch an genauer untersucht zu werden. Es vertauschte seinen frühern Namen brennbare Luft in der neuern Nomenclatur mit dem zweckmäßigern Wasserstoff oder Hydrogen, welches letztre, aus zwei griechischen Wörtern zusammengesetzt, wassererzeugend bedeutet.

87. Physische Eigenschaften. — Das reine Wasserstoffgas ist immer gasförmig, farb-, geruch- und geschmacklos. Sein specifisches Gewicht ist weit geringer, als das der atm. Luft und aller andern elastischen Flüssigkeiten. Es beträgt nur 0,0688 (113) und hiedurch wird dieß Gas sehr geschickt, Aerostaten (oder auch Seifenblasen) die man damit füllt, in die Luft aufsteigen zu machen. Es läßt sich unter Zutritt von Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft entzünden; kann aber nicht selbst zur Unterhaltung des Brennens anderer Körper dienen, weßhalb diese in ihm auslöschen.

87 bis. Chemische Eigenschaften. — Das Wasserstoffgas kann, da es ein einfacher Grundstoff ist, durch die Wärme blos ausgedehnt werden. Es besitzt unter allen Gasarten das größte Stralenbrechungsvermögen (welches sich zu dem der atm. Luft wie 6,61436: 1,00000 verhält). Bei der gewöhnlichen T. verbindet es sich nicht mit dem Sauerstoffgas, wofern nicht der physische Einfluß gewisser Körper mit wirksam wird, wovon wir sogleich weiter sprechen werden; es scheint selbst, daß diese beiden Gasarten, wenn kein solcher Einfluß mit ins Spiel kommt, in unbestimmte Zeit mit einander gemengt bleiben können, ohne auf einander zu wirken, wenn man sie nicht erhitzt, und daß sie nur bei der Rothglühhitze oder einer T., die fast daran reicht, sich mit einander verbinden. Ihre Verbindung erfolgt immer im Verhältniß von 2 Wasserstoff und 1 Sauerstoff dem Volumen nach, oder was nach ihrem spec. Gewicht auf das Nämliche herauskommt, im Verhältniß von 11,10 Wasserstoff zu 88,90 Sauerstoff dem Gewicht nach. Um sich hievon sicher zu überzeugen, muß man die Verbindung dieser beiden Gasarten in einem Instrumente bewerkstelligen, welches Eudiometer genannt wird, und welches man sich als eine Glasröhre vorstellen kann, die an einem ihrer Enden geschlossen ist, und in die Leiter hineingehen, um das el. Fluidum hindurch fortzupflanzen. Man fülle das Instrument mit Queckſilber oder mit Wasser an; lasse die Gasarten nach einander hineinsteigen, nachdem man sie sorgfältig in einer graduirten Röhre gemessen hat; und bewerkstellige das Hindurchschlagen eines el. Funkens durch ihr Gemenge entweder mittelst einer Leydner Flasche oder eines Elektrophors. Der Funken wird ihre T. bis zur Rothglühhitze erhöhen und ihre Verbindung zuwege bringen. Wendet man 2 Vol. Wasserstoffgas und 1 Vol. Sauerstoffgas, beide recht rein, an, so wird das Gemenge ganz und

gar verschwinden: beträgt die Quantität des Wasserstoffgases das Dreifache von der des Sauerstoffgases, so wird der Rückstand ein Volumtheil Wasserstoffgas seyn; sind umgekehrt 3 Vol. Wasserstoffgas gegen 1 Vol. Sauerstoffgas vorhanden; so werden als Rückstand $2\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoffgas bleiben, und man wird diese Rückstände schätzen können, indem man sie in einer graduirten Röhre auffängt. Jedenfalls wird sich nichts als Wasser bilden, und Wärmestoff und Licht dabei entwickelt werden. (S. das Eudiometer Taf. XI. Fig. 1.; die graduirte Röhre Taf. XII. Fig. 7.; ihre Beschreibung und die Art, sich derselben zu bedienen, Buchstaben E und R in der Erklärung der Tafeln).

Wenn man in das Eudiometer viel mehr oder viel weniger Sauerstoffgas als Wasserstoffgas einschließt, so erfolgt die Verbrennung nicht vollständig; sie hört auf es zu seyn, wenn der Wasserstoff entweder mit $9\frac{1}{2}$ mal seines Volumens Sauerstoffgas oder mit etwas weniger als dem Zehntheil seines Vol. von diesem Gas gemengt ist; das Wasserstoffgas im ersten und das Sauerstoffgas im zweiten Fall entgehen zum Theil der Verbrennung: der el. Funke entzündet zwar die Theile, welche sich auf seinem Wege befinden; allein die Verbrennung kann sich nicht weiter fortpflanzen. (S. die Abhandlung von Humboldt und Gay-Lussac über die eudiometrischen Mittel, Journal de Physique, 1805).

Außer diesen Erscheinungen lassen sich noch andre nach Belieben hervorbringen, die wir nicht übergehen dürfen. Man verschließe das Eudiometer genau; das Gemenge aus Wasserstoff und Sauerstoff wird ohne Erschütterung durch den el. Funken entzündet werden; und es wird ein leerer Raum entstehen, der, so wie man der Fl., über welcher der Versuch vorgenommen wurde, Zutritt verstattet, sogleich durch sie ausgefüllt wird. Läßt man dagegen das Eudiometer offen, so wird im Augenblick der Verbindung beider Gasarten eine starke Erschütterung durch die erfolgende Wasserbildung hervorgebracht werden. Dieß Wasser wird nämlich wegen des entbundenen Wärmestoffs anfangs in Dampfzustand verbleiben. Da es nun in diesem Zustande, nach Maßgabe der T., mehr Raum einnimmt, als seine Bestandtheile im Gaszustande einnehmen, so wird die Säule Fl., welche das Instrument zum Theil anfüllt, zurückgetrieben, und steigt dann plötzlich wieder auf, weil der Dunst, sich in Berührung mit andern Körpern findend, schnell tropfbar wird, welches zu einer plötzlichen Bewegung, einer Art Detonation Anlaß giebt. Es leuchtet hienach ein, daß man in einem Eudiometer keine zu große Gasquantität auf einmal entzünden darf. Blos wenn das Eudiometer starke Wände hätte und gut verschlossen wäre, dürfte man sich getrauen, es ganz und gar anzufül-

len: widrigenfalls man Gefahr laufen würde, daß es spränge oder daß Gas verloren gienge. Um ein ziemlich beträchtliches Gemenge von Sauerstoff- und Wasserstoffgas, z. B. einen halben Litre (25 Cub. Zoll) desselben, ohne alle Gefahr entzünden zu können, muß man den Versuch in einer Flasche anstellen, welche durch einen, mit Schmirgel eingeriebenen, Stöpsel verschließbar ist und mit Leinwand umwickelt wird. Nachdem man diese Flasche über W. mit 2 Vol. Wasserstoffgas und 1 Sauerstoffgas angefüllt hat, stöpselt man sie zu, um der atm. Luft den Zutritt zu wehren, und umwickelt ihre ganze Oberfläche mit einer Serviette, ausgenommen das Ende des Halses; darauf stöpselt man sie los, hält ihre Oeffnung an die Flamme einer Kerze, indem man sie (die Flasche) mit der Hand faßt, und in demselben Augenblicke hört man eine starke Detonation. Obwohl mithin die Luft durch zwei Ursachen in Schallschwingung versetzt wird, einmal durch die Expansion des sich bildenden Dunstes, zweitens durch sein plötzliches Tropfbarwerden, so scheinen doch diese beiden Wirkungen in Eine zusammenzufallen; man hört nur einen einzigen Knall, weil unmittelbar nach dem Aufhören der einen Wirkung die andre beginnt.

Dieser Versuch läßt sich auch, selbst mit einer noch größern Quantität Gas, in einem Mörser von Kupfer oder Eisen, der etwas Seifenwasser enthält, anstelleu. Das Gasgemenge wird mittelst einer Hahnglocke in eine, ebenfalls mit einem Hahn versehene, Blase eingelassen, an welche mittelst eines Stöpsels eine, an der Lampe ausgezogene, Glasröhre gefügt wird. Man taucht das Ende der Röhre in die Seifenauflösung und drückt die Blase leicht zusammen. Der Mörser füllt sich mit Blasen an, welche man mit einer kleinen brennenden Kerze anzündet, die an das Ende eines langen Stabes befestigt ist.

Wie wir eben sahen, ließ sich ein Gemenge aus Sauerstoff- und Wasserstoffgas durch den el. Funken und eine brennende Kerze entzünden; aber auch durch einen starken und plötzlichen Druck läßt sich diese Entzündung zuwegebringen: welches leicht dadurch erklärlich ist, daß sich die T. der Gasarten hiebei bis zum Rothglühen steigert (28). Es würde gefährlich seyn, diesen Versuch mit etwas großen Gasquantitäten anzustellen, indem die Expansion des Dunstes die Gefäße, deren man sich bediente, zersprengen würde (Biot).

Obwohl das Wasserstoffgas sehr verbrennlich ist, vermag man es doch nicht mit einer brennenden Kerze durch ein sehr feines Metallgewebe anzuzünden, selbst wenn es mit Sauerstoffgas gemengt ist. Man fülle eine dünne Glocke mit Wasserstoffgas und halte die Mündung derselben über die Kerze, das Gas wird sogleich Feuer fangen;

ist aber die Mündung mit dem Drahtgewebe bedeckt, so wird keine Verbrennung erfolgen.

Wir haben oben angeführt, daß das Wasserstoffgas bei der T. der Atmosphäre die Eigenschaft besitzt, sich mit dem Sauerstoffgas unter dem physischen Einfluß gewisser Körper zu verbinden. Diese merkwürdige Thatsache ist vor Kurzem von Döbereiner entdeckt worden. Man richte durch die Luft hindurch einen Strom Wasserstoffgas auf ein Stück schwammiges Platin, welches durch Reduction des salzsauren Ammoniakplatins gewonnen wird (1215); es wird sich W. bilden; das Metall wird sich im selben Augenblick bis zum Rothglühen erhitzen, und das Gas Feuer fangen. Mehrere andre Körper wirken dem Platin ähnlich: so namentlich das Palladium, das Rhodium und Iridium. Ueber die Ursache einer so merkwürdigen Erscheinung ist man noch nicht im Klaren. Das Ausführlichere über diese Entdeckung wird man im letzten Bande unter dem Artikel Zusätze finden.

87 ter. Der Sauerstoff ist nicht der einzige einfache Körper, mit welchem das Wasserstoffgas sich vereinigen kann; es verbindet sich auch mit dem Kohlenstoff, dem Phosphor, dem Schwefel, dem Selen, dem Chlor, dem Jod, dem Stickstoff, und mit drei Metallen, nämlich dem Kalium, dem Arsenik und dem Tellur. Wir werden diese Verbindungen erst bei den zusammengesetzten verbrennlichen Körpern beschreiben (170 und 190).

Unter allen verbrennlichen Körpern ist das Wasserstoffgas derjenige, welcher die meiste Wärme erzeugt: so daß fast alle Körper, auf welche man mittelst eines Gebläses aus diesem Gas und Sauerstoffgas wirkt, in einigen Secunden schmelzen. Auch ist dieß Gebläse, welches sich auf die Eigenschaft sehr enger Röhren gründet, die Flamme nicht durchzulassen, ein ausgezeichnet vortheihaftes Instrument für die Chemiker (S. Beschreibung der Apparate: Gebläse).

88. Natürliches Vorkommen. — Bisher hat man das Wasserstoffgas nur erst in Verbindung mit andern Körpern angetroffen, namentlich mit dem Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. Mit dem Sauerstoff verbunden, bildet es Wasser; mit dem Sauerstoff und Kohlenstoff verbunden die meisten vegetabilischen, und mit dem Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff verbunden die meisten animalischen Stoffe. Man gewinnt es aus dem W., weil es aus diesem leichter zu erhalten ist, als aus irgend einer andern Substanz.

89. Bereitung. — Man erhält das Wasserstoffgas aus dem W., indem man es mit Schwefelsäure und gekörntem Zink zusammenbringt. Dieß geschieht in einer Glasflasche mit doppelter Tubulatur. Eine Flasche, welche einen Litre faßt, reicht hin, sich zwanzig Litres Gas zu verschaffen. Man schüttet ungefähr sechs Decilitres W. und

zwölf bis funfzehn Decagrammen Zink hinein; an die eine ihrer Tubulaturen ist eine gekrümmte Glasröhre gefügt, welche in eine Wanne, fast voll W., unter einen der Trichter der Brücke taucht, oder in ein Gefäß voll W., unter einen in seine Mitte durchbohrten, Scherben; die andre Tubulatur nimmt eine gerade Glasröhre auf, deren Durchmesser wenigstens 3 Millimeter (1,3 Linien) beträgt, und die höchstens einen Decimeter (3,6 Zoll) über die Flasche emporragen darf. Diese zweite Röhre geht fast bis auf den Boden der Flasche herab, und trägt oben einen kleinen Trichter (Fig. 1. Taf. XIII. stellt diesen Apparat vor). Nach so getroffener Anordnung gießt man allmälig verkäufliche Schwefelsäure mittelst des kleinen Trichters in die Flasche durch die gerade Röhre. Sogleich entsteht ein Aufbrausen, bewirkt durch eine Entbindung von Wasserstoffgas. Wenn sie hinlänglich stark scheint, hört man mit dem Zugießen von Schwefelsäure auf; und setzt wieder neue zu, wenn die Gasentbindung zu schwach wird, u. s. f. bis alles Zink fast gänzlich aufgelöst ist. Das Gas, welches sich zuerst entbindet, ist ein Gemenge aus atm. Luft und aus Wasserstoffgas; daher man erst das, was nach den ersten zwei oder drei Litres übergeht, auffangen darf. Zu diesem Zweck stürzt man eine Flasche oder eine Glocke oder irgend ein andres Gefäß voll Wasser über den Trichter der Wanne, (wie man Taf. XIII. Fig. 1. sieht). Das Wasserstoffgas, da es unlöslich im W. und leichter als dasselbe ist, verdrängt dies und füllt bald das ganze Gefäß an, worauf man es durch ein andres Gefäß ersetzt, u. s. f.

In Ermangelung tubulirter Flaschen kann man sich einer Flasche mit einer einzigen Mündung oder einer Phiole zur Bereitung des Wasserstoffgases bedienen. Auch begnügt man sich immer mit dieser Vorrichtung in den Laboratorien, wenn man blos einige Antheile Gas gewinnen will. Das W. und das Zink werden in die Flasche gethan, darauf die S. nachgeschüttet, und mittelst Schüttelns schnell ein lebhaftes Aufbrausen erregt. Alsdann fügt man die gekrümmte Röhre an, die man, wie beim vorigen Versuche, unter Gefäße voll Wasser reichen läßt.

Man kann auch bei den beiden vorigen Versuchen statt des gekörnten Zinks gedrehtes Eisen, oder selbst Draht, Feilspäne, Nägel von Eisen anwenden; muß aber dann eine größere Quantität S. zusetzen, weil das Zink leichter als das Eisen angegriffen wird. Da jedoch das Eisen wohlfeiler ist als das Zink, so bedient man sich des ersten vorzugsweise zur Füllung der Aerostaten mit Wasserstoffgas.

Mag übrigens destillirtes Zink oder ganz weiches Eisen zur Bereitung des Wasserstoffgases angewandt seyn, immer enthält das so gewonnene Gas eine Beimischung von einem fremden ätherischen Oele,

das ihm einen unangenehmen Geruch mittheilt [1]): glücklicherweise ist diese Beimischung so gering, daß es kaum gelingt, sie durch Reagentien darzuthun. Das beßte Mittel zur Reinigung ist nach Berzelius und Dulong, das Gas in Berührung mit einer Auflösung von kaustischem Kali zu bringen. Um sich mithin vollkommen reines Wasserstoffgas zu verschaffen, muß man es, bevor man es in Gefäßen voll W. auffängt, durch diese Art Auflösung streichen lassen, oder besser noch durch eine Glasröhre voll feuchter Kalistücke. Durch diese Reinigung verliert es an Dichte: es kommt von 0,07321 auf 0,0688 herab. Berzelius und Dulong (Ann. de Chim. et de Phys. tome XV. p. 386.) *).

90. Wir wollen jetzt die Art des Vorgangs bei der eben beschriebenen Operation theoretisch aufzuklären suchen. Betrachten wir also die Beschaffenheit der verschiedenen erhaltenen Producte und vergleichen sie mit der des Zinks, des Wassers und der Schwefelsäure, denen sie ihre Entstehung verdanken.

Dieser Producte sind drei: das eine ist das Wasserstoffgas, von welchem schon die Rede gewesen ist; das zweite, von dem noch nicht

---

1) Donavan nimmt selbst Schwefelwasserstoff- und kohlensaures Gas darin an; und das W., welches man durch Verbindung von Wasserst. und Erst. bildet und welches sich stets sauer zeigt, verdankt nach ihm seine Säure blos der Gegenwart von Schwefelsäure (Annales de Chim. et de Phys. t. II. p. 375.). Ich theile seine Ansicht nicht; Wasser dieser Art, welches ich selbst Gelegenheit zu untersuchen hatte, zeigte mir nur einen Gehalt von Salpetersäure.

*) Auch dadurch, daß man Wasserdämpfe über glühendes Eisen leitet, läßt sich Wasserstoffgas gewinnen, indem das Eisen sich durch Anziehen des Sauerstoffs aus dem Wasser oxydirt und dadurch den Wasserstoff frei macht. Zur Bereitung von ganz reinem geruchlosem Wasserstoffgas in kleinen Mengen zu genauen, z. B. eudiometrischen, Versuchen empfiehlt sich das, von Prof. Fuchs angegebene, Verfahren. Ein, mit verdünnter Salzsäure gefüllter, Platintiegel wird unter derselben Fl. umgestürzt und auf den nach aufwärts gekehrten Boden desselben ein Stückchen Zink gelegt. An der innern und äußern Fläche des Platintiegels entwickeln sich Gasblasen, wovon die, an der innern Fläche sich entwickelnden, als reines Wasserstoffgas sich im Tiegel sammeln (Scholz Lehrb. der Chemie I. S. 138.). Döbereiner giebt ein einfaches Verfahren an, durch eine einfache Voltaische Kette chemisch reines Wasserstoffgas aus verdünnter Salzsäure zu gewinnen (Pneumat. Chemie II. 9.). S. die Beschreibung desselben im letzten Bande unter Beschreibung der Apparate Art. Stöchiometrisch-elektrische Kette. — Nach Berzelius (Ann. de Chim. et de Phys. Oct. 1824. p. 221.) erhält man das Wasserstoffgas auch ganz geruchlos dadurch, daß man ein Amalgam von Kalium in W. thut; so wie nach demselben das durch Auflösung von Eisen in Schwefels. erhaltene Wasserstoffgas auch seinen Geruch fast ganz verliert, wenn man es durch reinen Alkohol streichen läßt. Ein Zusatz von Wasser zum Alkohol macht ihn dann milchig, und läßt man ihn darauf einige Tage ruhig stehen, so scheidet sich das flüchtige Oel ab, welches den Geruch des Wasserstoffgases verursacht.

gehandelt wurde, ist eine dreifache Zusammensetzung aus Schwefels., Srst. und Zink. Diese Zusammensetzung, welche durch das W. aufgelöst erhalten wird, macht die Flüssigkeit aus, welche man in der Flasche findet und welche sich, durch Abdampfung dieser Fl. bis zur Trockniß in einer Glas = oder Porzellanschale, unter Gestalt eines weißen krystallinischen Pulvers erhalten läßt; das dritte Product ist eine sehr bedeutende Menge von Wärmestoff.

Die Natur des Zinks, des Wassers und der Schwefels. anlangend, so ist sie uns schon bekannt: das Zink ist ein einfacher Körper; das W. besteht aus Srst. und Wasserstoff und die Schwefels. aus Schwefel und Srst.

Hienach erhellt von selbst, daß das Wasserstoffgas weder vom Zink, noch von der Schwefelsäure herrühren kann, weil sie nichts davon enthalten; daß mithin blos im W. seine Quelle zu suchen ist, welches daher zersetzt worden seyn muß. Wenn aber der Wasserstoff des zersetzten Wassers entweicht, was wird aus seinem Sauerstoff? Er verbindet sich mit dem Zink und mit der Schwefels., und bildet die dreifache Zusammensetzung, welche vom Wasser aufgelöst erhalten wird. Allerdings ließe sich meinen, der Srst. dieser dreifachen Zusammensetzung rühre zum Theil von der Schwefelsäure her (durch Zersetzung der Schwefels.); allein er ist im nämlichen Verhältniß in der Verbindung vorhanden, als zur Wasserbildung mit dem entweichenden Wasserstoff erfordert werden würde; und überdieß findet man in der Fl. alle S., die man angewandt hat, wieder, wie in der Folge gezeigt werden wird; woraus zu schließen ist, daß die vereinte Wirkung des Zinks und der Säure auf den Srst. des Wassers größer ist, als die des Wasserstoffs.

Das Zink allein oder die S. allein würde keine Zersetzung des Wassers hervorzubringen vermögend seyn. Die S. würde mit dem W. nur Hitze zuwege bringen; das Zink aber bei der gewöhnlichen T. gar keine Wirkung auf dasselbe äußern.

Die Entstehung der beiden ersten Producte der Operation ist somit erklärt. Es bliebe uns jetzt noch zu erörtern übrig, woher das dritte rührt, der entbundne Wärmestoff nämlich. Wir glauben indeß nach dem, was (83) allgemein angedeutet wurde, hier weiterer Auseinandersetzungen darüber entübrigt seyn zu können.

Nutzen. — Da der Wasserstoff ein Bestandtheil des Wassers und aller vegetabilischen und thierischen Stoffe ist, so spielt er eine große Rolle in der Natur, und kommt bei vielen und wichtigen Vorgängen ins Spiel. Seine Benutzung in den Künsten und Laboratorien ist jedoch sehr beschränkt. Man bedient sich seiner nur, um die

atmosphärische Luft zu analysiren, eine hohe Temperatur zu erhalten und Luftbälle zu füllen *).

Vom Bor (Borum, Bore, B = 6,955).

91 †. Geschichtliches. — Davy hat das Bor zuerst im November 1807 durch die Batterie in kleinen nicht zu untersuchenden Mengen dargestellt. Gay-Lussac und Thénard reducirten im Julius 1808 die Borsäure zuerst durch Kalium, erzeugten das Bor in größerer Menge, beschrieben seine Eigenschaften und chemischen Verhältnisse, stellten durch Verbrennen desselben in reinem Sauerstoffgas auf synthetischem Wege wieder Borsäure her (Scholz Chemie I. 261.). Die Untersuchungen über diesen Körper sind bis jetzt nur unvollständig.

Eigenschaften. — Das Bor ist fest, geschmacklos, geruchlos, dunkelgrünlichbraun, pulverig (weder sauer noch alkalisch reagirend, die El. isolirend). Sein spec. Gewicht ist nicht bekannt, man weiß blos, daß es größer als das des Wassers ist.

In einem Schmelzfeuer erhitzt, ändert es weder seinen Zustand noch sein Ansehn; woraus folgt, daß es feuerbeständig und unschmelzbar ist. Seine Wirkung auf das Sauerstoffgas ist bei gewöhnlicher T. null; etwas unter der Rothglühhitze aber verbindet es sich plötzlich damit. Der Versuch läßt sich leicht in einer kleinen Glasglocke, deren oberes Ende gekrümmt ist, anstellen (Taf. XIII. Fig. 3.). Nachdem man die Glocke mit Quecksilber gefüllt hat, läßt man Sauerstoffgas durch einen kleinen Trichter hineinsteigen, bis sie zu zwei Drittheilen damit angefüllt ist, und bringt Bor durch das Quecksilber mittelst einer kleinen gekrümmten Zange ein, die sich in zwei kleine Löffel

---

*) Weil das Wasserstoffgas zum Einathmen blos untauglich, und nicht positiv schädlich ist, wie Scheele, Pilatre de Rozier und Davy durch ihre Versuche bewiesen haben; so können in diesem Gas erstickte Thiere leichter wieder zum Leben gebracht werden, als wenn sie im gekohlten oder geschwefelten Wasserstoffgas, im kohlens. Gas oder in einer andern positiv schädlichen Gasart umgekommen sind. Allen und Pepys bemerkten an Thieren, welchen sie eine künstliche Atmosphäre einathmen ließen, die statt des Stickgas dasselbe Verhältniß Wasserstoffgas enthielt, keine andre nachtheilige Wirkung, als daß sie nach einiger Zeit schläfrig wurden und endlich in einen tiefen Schlaf verfielen.

Wenn ein kleines Wasserstoffgasflämmchen in einer oben offenen oder geschlossenen Röhre von was immer für einem Stoffe brennt, so entsteht ein eigenes Tönen; welche Vorrichtung unter dem Namen der chemischen Harmonika (zuerst von Dr. Higgins im J. 1777 beschrieben) bekannt ist. Auf der Brennbarkeit des Wasserstoffgas beruhet die Einrichtung des chemischen oder chinesischen Feuerwerks und der elektrischen Lampen oder Zündmaschinen (Scholz Chemie I. 140. 141.).

endigt, welche auf einander passen und nach Willkühr von einander entfernt oder einander genähert werden können (Taf. XIV. Fig. 6.). Das Bor, auf diese Art in den krummen Theil der Glocke gebracht, braucht nun nur noch an der Weingeistlampe erhitzt zu werden, um sich zu entzünden, das Gas rasch zu verschlucken und Borsäure zu erzeugen. Da jedoch diese S. leicht verglast und die in der Mitte befindlichen Bortheile überzieht, so können diese nicht ganz verbrennen, weßhalb die Verbrennung immer unvollständig bleibt.

Der Erst. ist so zu sagen der einzige einfache Körper, mit welchem man das Bor bis jetzt in Verbindung zu bringen vermocht hat: wenigstens ist unter den verbrennlichen Körpern die Verbindung nur mit dem Eisen und mit dem Platin geglückt.

Natürliches Vorkommen. — Das Bor wird nicht rein in der Natur angetroffen; sondern immer nur mit andern Stoffen verbunden. Die natürlichen Zusammensetzungen, in denen es sich findet, sind die Borsäure (Boraxsäure), das basische borsaure Natron und die basische borsaure Magnesia.

Zubereitung. — Man erhält es aus der Borsäure mittelst des Kaliums und Natroniums (330. 331.). Da diese Metalle selten und theuer sind, so ist es das Bor gleichfalls und kann daher nicht angewendet werden.

Döbereiner hat zwar ein Verfahren angegeben, durch welches er versichert, das Bor aus dem Borax (basisches borsaures Natron oder Natroniumoxyd) gewinnen zu können, indem man nämlich dieß Salz bei einer hohen T. in einer eisernen Röhre mit Kohle behandelt. Wenn aber auch die Zersetzung der S. von Statten gehen sollte, wie er versichert, so würde sich doch dieß Verfahren nicht anwenden lassen, um das Bor rein zu erhalten, weil es nach dem Erfinder dieser Methode immer mit Kohle dabei gemengt bleibt (S. die Beschreibung dieses Verfahrens (739)).

Vom Kohlenstoff *) (Carbon, carbonium, carbone, C = 7,655) **).

92. — Die Kohle, wie wir sie im Haushalt kennen, enthält immer Wasserstoff und Asche; weßhalb es nöthig ist, der reinen Kohle einen besondern Namen zu geben: man nennt sie Kohlenstoff.

Unter allen Chemikern hat Lavoisier am Meisten zur Aufklärung der Eigenschaften des Kohlenstoffs gethan. Er wies zuerst die Gegenwart des Wasserstoffs in der gewöhnlichen Kohle im Jahr 1781 nach; er zeigte ferner, daß dieser Körper beim Verbrennen in den Zustand von Kohlens. übergieng; er war es endlich, der, durch die Versuche Newtons und der Florentiner Akademiker geleitet, zuerst den Kohlenstoff im Diamant wahrnahm.

Da nämlich Newton bemerkt hatte, daß die Körper das Licht um so stärker brachen, je verbrennlicher sie waren, so vermuthete er aus der, an dem Diamant beobachteten, großen brechenden Kraft seine Verbrennlichkeit. Die Akademiker von Florenz (namentlich Torgioni Averoni unter Cosmus III.) hatten im J. 1694 die Wahrscheinlichkeit dieser Vermuthung dadurch erhöht, daß sie Diamanten in den Brennpunct eines Brennspiegels brachten und beobachteten, daß sie darin verzehrt wurden ***). Durch mehrere Französische Chemiker

---

*) Döbereiner (pneum. Chem. III. 3.) will den Kohlenstoff zu den metallischen Körpern gezählt wissen: „denn (sagt er) er erscheint in seinem reinsten Zustande, in welchem ich ihn zuerst im J. 1814 dargestellt habe, als eine starre, völlig undurchsichtige, metallisch glänzende Materie, welche Elektricität erregt und leitet und sich mit vielen Erzmetallen zu rein metallischen Gemischen verbindet. Ich nenne ihn darum lieber Carbon.“ Die Darstellungsweise des Kohlenstoffs von Döbereiner ist die, daß er ein Gemeng von 2 Gewichtstheilen höchst fein zertheiltem metallischem Eisen, 1 Theil Manganoxyd und 1 Theil gelöschtem Kienruß in einem bedeckten Doppeltiegel dem heftigsten Glühen aussetzt; wo sich dann eine schwarzgraue, stark metallisch glänzende, aus zarten zusammenhängenden Blättchen bestehende Substanz darin bildet, die Döbereiner für eine Verbindung von Eisen mit Kohlenmetall hält, daher entstanden, daß das Manganoxyd seinen Sauerstoff an den Wasserstoff der Kohle abgiebt, und diese, nun davon befreit, mit dem Eisen zusammentritt. Durch öftres Digeriren mit Königswasser befreite dann Döbereiner das Eisen vom Kohlenmetall nnd erhielt letzteres rein (Schw. J. XVI. 98.

**) Döbereiner giebt dem Kohlenstoff die doppelte Zahl, und nimmt in Folge dessen allenthalben nur die Hälfte der Atome Kohlenstoff, die Thénard als in eine Verbindung eingehend setzt, an. So ist nach ihm die Formel für das ölbildende Gas nicht HC sondern H^2C.

***) Der Römische Kaiser Franz I. verbrannte unter Mithülfe des damaligen Professors der Physik, P. Franz, zuerst Diamanten im Ofenfeuer bei einem Versuche, der in der Absicht angestellt wurde, mehrere kleine Diamanten in Einen großen zusammenzuschmelzen (Scholz).

wurde diese Vermuthung noch vollends dadurch außer Zweifel gesetzt, daß sie zeigten, die Diamanten verlieren nichts von ihrem Gewicht, wenn man sie ohne Zutritt der Luft calcinirt, verfliegen dagegen, mit Zutritt derselben calcinirt [1]). Es blieb aber noch zu entdecken übrig, welches die Beschaffenheit des verbrennlichen Körpers im Diamant sey. Dieß mittelte Lavoisier aus. Er verbrannte Diamanten in Gefäßen, die mittelst starker Linsen verschlossen waren, und da er Kohlensäure hiedurch gebildet fand, so schloß er, daß der Diamant Kohlenstoff enthalte und die größte Analogie mit diesem verbrennlichen Körper zeige *).

Diese Untersuchungen waren indeß nicht ausreichend, die Beschaffenheit des Diamants vollkommen kennen zu lehren; man mußte noch fernere anstellen, um zu unterscheiden, ob er nicht außer dem Kohlenstoff noch andre Bestandtheile enthielte. Dieß geschah successiv von Smithson-Tennant **) (Transact. phil. 1797), Guyton-Morveaux [2]); Allen und Pepys (Bibliothèque britannique, déc. 1808). Davy ***) (Annales de Chim. et de Phys. tom. I. page 16.); welche sämmtlich zu dem Resultate gelangten, daß, obwohl eine so große Verschiedenheit zwischen dem Diamanten und der

---

1) Man kann im ersten Bande des Macquerschen Wörterbuchs die sehr ausführliche Geschichte der Untersuchungen finden, welche bis ins Jahr 1728 über den Diamanten angestellt wurden.

*) In den Versuchen Macqueur's und Lavoisier's, welche in dem Brennpuncte des Troudainschen Brennglases Diamanten verbrannten, die unter gläsernen, mit Wasser oder Queckfilber abgesperrten, Glocken lagen, zeigte sich auf der Oberfläche derselben öfters eine kohlige, dem Lampenschwarz ähnliche, Materie, welche wechselsweise entstand und wieder verzehrt wurde und wahrscheinlich nichts anders als durch die schnell einwirkende Hitze seiner Krystallform beraubter Kohlenstoff war. Klarke verbrannte in dem Flämmchen des Knallgasgebläses einen bernsteinfarbigen, schön octaedrischen, Diamant, welcher 6 Karate wog. Bei der ersten Einwirkung dieser Flamme wurde er wasserhell und farbenlos, dann wurde er weiß, später unter fortwährendem Abnehmen an Größe und Gewicht undurchsichtig wie Elfenbein. Der Diamant fing nach und nach an allen Ecken zu brennen an. Nach 3 Minuten war alles ohne den geringsten Rückstand verflüchtigt (Scholz Chem. S. 269.).

**) Smithson Tennant bestätigte den, zuerst von Clouet angestellten, Versuch, das weiße Eisenblech einer Kapsel, worin Diamantenpulver calcinirt wurde, in Stahl zu verwandeln.

2) Annales de Chimie, tomes XXXI, LXXXIV. et LXXXVI. Guyton hatte allerdings aus seinen Versuchen geschlossen, die Kohle sey ein Oxyd; allein mit Unrecht, indem er keine merklich verschiedene Quantitäten kohlens. Gas aus dem Diamanten und der stark calcinirten Kohle erhielt.

***) Biot und Arago schlossen aus dem Grade der Stralenbrechungskraft, daß der Diamant ungefähr $\frac{1}{5}$ seines Gewichts Wasserstoffgas enthalten müsse, welches aber durch Davy's Verbrennungsversuche in reinem Sauerstoffgas widerlegt wurde.

Kohle obzuwalten scheine, doch beide Körper völlig ein und derselbe Stoff seyen; ein unstreitig sehr unerwartetes Ergebniß, über dessen Wahrheit sich indessen nicht der mindeste Zweifel erheben läßt: denn mag man 72,62 Srst. mit 27,38 Diamant oder mit eben so viel reiner Kohle verbinden, man wird als Product 100 Theile Kohlens. erhalten (346). Nun ist die Kohlens. ein Körper, der stets aus denselben Bestandtheilen in denselben Verhältnissen zusammengesetzt ist: der Diamant kann demnach nichts anders, als reine Kohle seyn und unterscheidet sich von ihr nur durch die Anordnung seiner Molecule.

93. Eigenschaften. — Der Kohlenstoff ist immer fest, geruchlos, geschmacklos; aber die meisten seiner andern physischen Eigenschaften sind veränderlich.

Am häufigsten ist er schwarz, ohne regelmäßige Gestalt, leicht zu pulvern; so der, welcher aus dem Holze erhalten wird. In diesem Zustande ist es schwer, sein spec. Gewicht genau zu bestimmen, weil er mit kleinen Höhlungen angefüllt ist, aus denen die Luft sich kaum ganz austreiben läßt.

Manchmal ist der Kohlenstoff compact, zerreiblich, glänzend, der Steinkohle ähnlich; übrigens schwarz und ohne regelmäßige Gestalt wie der vorige. In diesem Zustande nennen ihn die Mineralogen Anthracit oder Kohlenblende. Die Kohlenblende enthält oft Alaunerde, Kieselerde und Eisenoxyd; doch giebt es auch deren, die nur sehr wenig damit verunreinigt ist, so die Kohlenblende von Allemont, in welcher man 0,97 Kohlenstoff findet. Ihr spec. Gewicht ist 1,8. (Ueber die Steinkohle, welche sich von der Kohlenblende dadurch unterscheidet, daß sie mit einem größern Verhältniß Erdharz durchdrungen ist, s. (1755)).

Seltner ist der Kohlenstoff krystallisirt und so hart, daß er alle Körper ritzt, ohne von irgend einem geritzt zu werden. In diesem Zustande stellt er den Diamant dar. Die Diamanten sind gewöhnlich durchsichtig, bald farblos *), bald grau, braun, rosenroth, hellblau gefärbt; auch giebt es gelbliche und zeisiggrüne. Einige haben acht Flächen, und stellen dadurch ein regelmäßiges Octaeder (mit Durchgängen, die den Kernflächen parallel sind) dar; andre zwölf, mit denen sie ein Rhomboidaldodecaeder bilden; andre 24, andre 48; die meisten sind krummflächig. Ihr spec. Gewicht schwankt zwischen 3,5 und 3,55; ist sonach größer als das der Kohlenblende, von der man wieder weiß, daß sie spec. schwerer als die Holzkohle, ist; aus welcher Dichtigkeitsverschiedenheit sich erklärt, warum das Sauerstoffgas und

---

*) In der vollständigen Farblosigkeit und Durchsichtigkeit besteht das Wasser des Diamanten.

die andern chemischen Agentien den Diamant schwerer als die Kohlenblende, und diese schwerer als die Holzkohle angreifen. † Der Diamant ist im Bruche blättrig und hat einen mehrfachen Durchgang der Blätter. Diamanten mit einem unordentlichen Durchgang der Blätter heißen widerspenstige (diamanti di natura). Der Diamant saugt das Licht ein und phosphorescirt dann im Dunkeln. Er bricht das Licht im Verhältnisse zu seiner Dichtigkeit unter allen durchsichtigen festen Körpern am stärksten und zerstreut es am meisten in seine Farben: daher das schöne Farbenspiel, in welchem, vereinigt mit dem eigenthümlichen Glanze des Diamanten, sein Feuer besteht. Er ist ein Elektricitätsisolator, aber ein besserer Wärmeleiter als Glas und Bergkrystall, daher gewöhnlich kalt anzufühlen. Er kann nur nach dem Durchgange seiner Blätter gesprengt und dann mit seinem eigenen Pulver, Diamantenbrod oder Bort, geschliffen werden. (Auch kleine Diamante und Splitter werden Bort genannt). — Schnell erwärmt, zerspringt er: allein nach und nach erhitzt und vor dem Zutritt von Srst. geschützt kann er die höchsten Temperaturen aushalten, ohne zu schmelzen, sich zu verflüchtigen, seinen Glanz zu verlieren, oder überhaupt die geringste Veränderung zu erleiden. An der Luft, im W., in allen Säuren und Alkalien bleibt er ganz unverändert. — In Berührung mit der atm. Luft bis zum Weißglühen (13 bis 15 Wedgwood) erhitzt, fängt er an zu phosphoresciren, welches ein wahres, obwohl langsames Verbrennen ist. Wegen seiner Härte wird der Diamant zum Glasschneiden angewandt: ungeschliffene Diamante sind hiezu besser als geschliffene; auch kommt es viel auf die Fassung an. Uebrigens ist die mächtige Wirkung des Diamants beim Glasschneiden nicht ganz erklärt (Wollaston, in der Bibl. univers. 1816. Scholz Chemie. S. 267.).

Chemische Eigenschaften. — Der Khlst. wird, selbst der stärksten Hitze unsrer Oefen ausgesetzt, nicht weich, noch erleidet er eine Gewichtsverminderung. Es ist hienach unmöglich, die Dichtigkeit seines Dampfes direct zu bestimmen; man vermag nur bis zu einem gewissen Grade durch Betrachtungen dazu zu gelangen, welche sich auf die allgemeine Eigenschaft der Körper gründen; sich dem Vol. nach in einfachen Verhältnissen mit einander zu verbinden. (S. weiterhin S. 185). Obwohl schlechter Wärmeleiter, leitet er doch das el. Fluidum sehr gut, wofern er nur nicht krystallisirt ist, wie im Diamanten: auch könnte man sich der Kohle mit vielem Vortheil bedienen, den Fuß der Blitzableiter zu umgeben, und die El., welche diese von den Wolken empfangen, in den Boden überzuleiten.[1])

---

1) Nur dürfte man sich hiezu nicht der gewöhnlichen Kohle bedienen

Welchen Dichtigkeitsgrad auch der Kohlenst. haben mag, immer hat er die Eigenschaft, im Sauerstoffgas zu verbrennen und sich darin zu verflüchtigen; allein es wird hiezu eine hohe T. erfordert, welche es in dem Grade mehr seyn muß, als die Dichtigkeit des Kohlenstoffs beträchtlicher ist. Ist er aus pflanzlichen oder thierischen Stoffen erhalten worden, so kann man seine Verbrennung, wie die des Bors, in einer kleinen gekrümmten Glocke über Quecksilber vornehmen (91); und dann faßt er, mag er in Form von Pulver oder kleinen Stücken seyn; etwas unter der Rothglühhitze Flamme. Auch läßt sich seine Verbrennung so bewerkstelligen, daß man ihn an einigen seiner Puncte an der Flamme einer Kerze zum Glühen bringt und in eine Flasche voll Sauerstoffgas taucht. Ein Eisendraht, dessen eines Ende in einem Stöpsel steckt, während das andre umgebogen ist und in einen Ring ausgeht, auf welchen man eine kleine, etwas concave, Scheibe von Eisenblech anbringt, ist zu diesem Versuche sehr bequem. Man legt die Kohle auf die Scheibe, und senkt den Eisendraht mit dem Schälchen in die Flasche bis zum Stöpsel ein. Die Flasche muß eine weite Oeffnung haben und der Draht hinreichend lang seyn, damit der Stöpsel nicht anbrenne. Auch muß in diesem eine kleine Oeffnung vorhanden seyn, um das Gas, wenn es durch die Hitze ausgedehnt wird, entweichen zu lassen. Jedenfalls brennt die Kohle, wofern sie rein und der Srst. in großem Ueberfluß vorhanden ist, mit viel Wärme- und Lichtentbindung, ohne einen Rückstand zu hinterlassen oder andre Producte als kohlens. Gas zu bilden. Wenn man aber, anstatt die Kohle pflanzlicher oder thierischer Stoffe, die Kohlenblende oder gar den Diamant zu verbrennen beabsichtigt, so reicht man mit den obengenannten Mitteln nicht mehr aus. Um diese Arten Kohle, welche sehr dicht sind, leicht zu verbrennen, muß man eine Porzellanröhre nehmen, sie horizontal durch einen Reverberirofen legen, den verbrennlichen Körper hineinbringen, an ihre beiden Enden mittelst zweier kleinen Glasröhren zwei Blasen fügen, deren eine leer, die andre mit Sauerstoffgas gefüllt ist, alsdann die T. der Röhre bis zum Rothglühen erhöhen, die Hähne der beiden Blasen öffnen und auf die, welche das Sauerstoffgas enthält, sacht drücken. Dieß Gas wird durch die Röhre hindurchgehen, sich zum großen Theil mit der Kohle verbinden und in die leere Blase begeben; aus dieser zweiten Blase wird man es in die erste zurücktreten las-

---

denn der größere Theil von der, welche im Verbrauch ist, leitete, wenn auch gut zubereitet, die El. nicht, wie ich mich seit 1814 überzeugt habe. Sie wird zum guten Leiter erst durch gehöriges Ausglühen, wodurch sie unstreitig von dem, in ihr enthaltenen, Wsfst. befreit wird.

sen und aus dieser in die vorige. Auf diese Weise wird, wenn, wie beim vorigen Versuch, das Sauerstoffgas in Ueberfluß vorhanden ist, alle Kohle verschwinden, und auch wie beim vorigen Versuch nur Kohlens. hervorbringen. (S. Taf. XV. Fig. 3).

Die Kohlens. ist nicht das einzige Product, welches durch die Verbrennung der Kohle zu entstehen vermag. Auch Kohlenstofforyd kann das Product dieser Verbrennung seyn; doch bildet es sich nur dann, wenn die Kohle mehr als hinreichend ist, den Srst. zu verschlucken und wenn die T. sehr erhöht ist. Der natürliche Zustand dieser beiden Producte ist der gasförmige. Die Säure enthält ein dem ihrigen gleiches Volumen Srst., und das Oxyd blos die Hälfte seines Vol. (298 und 346).

Da nun, wie wir wissen, die Körper sind nach einfachen Verhältnissen der Volumina verbinden, ließe sich nicht annehmen, daß die Kohlens. hervorgeht aus einem Vol. Sauerstoffgas und einem Vol. Kohlenstoffdampf, die sich bei der Verbindung in ein einziges verdichtet haben? Dieß ist Gay-Lussac's Ansicht, welcher zufolge die Dichtigkeit des Kohlenstoffdampfes gleich seyn müßte der des kohlens. Gases, weniger der des Sauerstoffgases, oder gleich 1, 5245 weniger 1,1026 d. i. gleich 0, 4219.

Berzelius giebt ihr den doppelten Werth, indem er ein Vol. Kohlenstofforyd als aus ½ Vol. Kohlenstoffdunst und ½ Vol. Srst. ohne Verdichtung eines von beiden zusammengesetzt annimmt. Wirklich, da ein Vol. Kohlenstofforyd 0,9732 und ein halbes Vol. Srst. 0,5513 wiegt, so würde sich für das Gewicht des halben Volumens Kohlenstoffdunst, welches in 1 Vol. Kohlenstofforyd eingeht, ergeben 0,9732 weniger 0,5513 = 0,4219; mithin für das Gewicht eines ganzen Vol. Kohlendunsts 0,8438.

Der Kohlst. verbindet sich blos mit einer kleinen Zahl verbrennlicher Körper. Unter denen, welche nicht metallisch sind, nur mit dem Wsst., dem Schwefel, dem Stickst., (dem Chlor), und unter den Metallen mit dem Eisen: wenigstens, wenn er Verbindungen mit noch andern Körpern eingeht, sind diese nicht bekannt.

94. Unter allen Eigenschaften der Kohle ist vielleicht ihr Absorptionsvermögen für die verschiedenen Gasarten die merkwürdigste. Sie wurde zum ersten Mal von Fontana bemerkt, von Morozzo, Rouppe und Noorden bestätigt (Journ. de Phys., t. XXIII und LVIII und Ann. de Chim. t. XXII). und mit vieler Sorgfalt von Theodor von Saussure untersucht. Er hat gefunden daß sie nicht blos der Kohle angehört, sondern vielmehr allen porösen Körpern gemeinsam ist. Das Ausführliche hierüber, s. (261 †.).

Bemerkenswerth sind die Veränderungen, welche das Sauerstoff-

gas und das oxydirte Stickgas bei ihrer Verschluckung durch Kohle erfahren.

Das Sauerstoffgas verbindet sich mit dem Kohlenstoff der Kohle, von der es verschluckt worden ist, auch bei einer sehr wenig erhöhten T. Nach Saussure hat dieser Erfolg selbst bei der gewöhnlichen T. Statt; aber nur erst in einem beträchtlichen Zeitraum, z. B. von mehrern Monaten. Es läßt sich vermuthen, daß er vom Einfluß des Lichts abhängt und wahrscheinlich nicht im Dunklen Statt haben würde.

Das oxydirte Stickgas wird zum Theil zersetzt, denn ich habe gefunden, daß 89 Theile Gas, welche aus der mit oxydirtem Stickgas geschwängerten Kohle wieder ausgetrieben wurden, aus 12 Th. Kohlens. und einer gewissen Quantität oxydirtem Stickgas und Stickgas bestanden [1]).

Eine andre Art Veränderung vermag in der mit Schwefelwasserstoffgas geschwängerten Kohle vorzugehn, wenn man sie entweder mit atm. L. oder mit Erstgas in Berührung bringt; eine Erscheinung, die um so bemerkenswerther ist, da sie auch bei der gewöhnlichen T. Statt hat. Ich habe beobachtet, daß der Schwefelwasserst. in sehr kurzer Zeit zersetzt wurde: daß er zur Entstehung von W., Schwefel und einer, bis zu starker Erhitzung der Kohle gehenden, Entbindung von Wärmestoff Anlaß gab; und doch würde die Verbrennung des Wasserstoffs nicht Statt haben, wenn er frei oder nicht mit dem Schwefel verbunden wäre. Ich habe selbst gesehen, daß, wenn die Kohle mit Schwefelwasserstoffgas recht gesättigt war, und man sie in eine Glocke voll reinen Sauerstoffgases über die Queckſilberwanne brachte, manchmal nach Verlauf einiger Minuten Detonation erfolgte. Unstreitig bewirkt in diesem Fall die Wärme erst eine Entbindung eines Theils des Schwefelwasserstoffgases, und wird dann hinlänglich stark, um das Gemenge zu entzünden. † Auf das Absorptionsvermögen der Kohle gründet sich die alte Beobachtung der Köhler, daß frische Kohlen durch Liegen an der atm. L. 10 bis 12 pro Ct. am Gewichte gewinnen. Kokes sollen durch längere Zeit an der atm. L., nach Karsten, 20 pro Ct. Wasser aufnehmen. Solche Kohlen brennen dann mit Flamme,

---

1) Um die Gasarten aus der Kohle leicht durch die Hitze auszutreiben, muß man erst ihre Absorption durch diesen Körper in einer kleinen gekrümmten Glasglocke (Taf. XIII. Fig. 3) bewerkstelligen, und die Kohle an das Ende eines Eisendrahts befestigen. Nach vollbrachter Absorption füllt man die Glocke mit Queckſilber an, indem man sie in ein Bad aus diesem Metall umstürzt: darauf bringt man sie wieder in ihre vorige Lage; erhitzt die Kohle mittelst einer kleinen Weingeistlampe, indem man sie immer im krummen Theil der Glocke erhält; und zieht sie mittelst des Eisendrahts schnell zurück, wenn man glaubt, daß alles Gas ausgetrieben ist.

weil sich durch Zersetzung des W. zwei brennbare Gasarten, nämlich Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas bilden (Scholz Chemie. I. 273) Die Kohle besitzt auch das Vermögen, durch ihre Gegenwart das Verfaulen, Verwesen oder Schimmeln andrer Körper zu verhindern oder zu verzögern, ja ihnen, wenn sie schon den Anfang dieser Veränderungen erlitten haben, den davon erhaltenen Geschmack und Geruch wieder zu benehmen. Auch viele andre Farben animalischen oder vegetabilischen Ursprungs und Gerüche, die nicht von der Fäulniß herrühren, benimmt die Kohle vorzüglich flüssigen Substanzen, wenn sie damit längere Zeit in Berührung bleibt oder damit aufgekocht und durch Filtriren davon geschieden wird. Die thierische Kohle übertrifft die vegetabiliche in dieser Eigenschaft um Vieles. Die Ursach dieser Fähigkeit scheint in einer ähnlichen Anziehung der Kohle zu den riechenden und färbenden Theilen zu liegen, wie diejenige ist, welche bei dem Färben das Pigment auf die Zeuge befestigt, so daß die Farbebrühe öfters beinahe wasserklar zurückbleibt. So wie thierische Stoffe die Pigmente leichter annehmen, so zieht auch die thierische Kohle die färbenden und riechenden Theile mehr an. Kohle verliert die farbe- und geruchbenehmende Eigenschaft, wenn sie einige Zeit zu diesem Zwecke gebraucht und mit den färbenden und riechenden Theilchen gesättigt worden ist; erhält dieselbe durch Ausglühen zwar wieder, aber nicht mehr in dem alten Grade, wahrscheinlich weil ihre Poren durch die früher aufgenommenen und nun beim Ausglühen verkohlten färbenden und riechenden Substanzen verstopft worden sind. (Scholz Chemie. I. S. 271).

94 bis Natürliches Vorkommen. — Der reine Kohlenst. findet sich von Natur nur im Diamanten vor; ist daher sehr selten. Wir erhalten die Diamanten aus Indien und aus Brasilien. Die Indischen, welche schon seit langer Zeit bekannt sind, finden sich hauptsächlich in den Königreichen Golconda und Visapour. Die Brasilianischen, welche zu Anfange des 17ten Jahrhunderts entdeckt wurden, gehören dem District Serro-Do-Frio an. Sie kommen im aufgeschwemmten Lande neuster Entstehung vor, zumal in eisenschüssigem Thon und Sand, so daß ganze Schichten, unmittelbar unter der Dammerde liegend, mehr und weniger häufig Diamanten enthalten, besonders ausgebildete Krystalle; dann in Trümmer-Gesteinen, deren Basis Sandstein ist, zum Theil begleitet von kleinen Blättchen gediegenen Goldes; ferner unter den Geröllen an Abhängen, in Vertiefungen und Schluchten der Sandsteingebirge, hier gewöhnlich die abgerundeten Krystalle und die Körner: endlich einzeln im Sande der Ebenen und der Flüsse, wohin sie durch heftige Regengüsse geführt worden (Leonhard Handb. der Orykt.) Mit dem Srst. verbun-

den kommt er als Kohlens. sowohl in der atm. L. als auch den natürlichen Wässern, namentlich den mussirenden Mineralwässern, z. B. dem Seltserwasser, vor.

In Verbindung mit Srst. und Basen giebt er einen Bestandtheil aller kohlens. Salze und mithin auch des kohlens. Kalks, eines der gewöhnlichsten und allgemeinverbreitetsten Salzes, ab.

(Mit Wasserstoff verbunden, kommt er als Sumpfluft in Sümpfen und Schachten vor).

Endlich geht er in die Zusammensetzung aller vegetabilischen und thierischen Stoffe ein, von denen erstere gewöhnlich nur Verbindungen von Wsst., Srst. und Khlst. sind, letztere Verbindungen dieser drei Bestandtheile mit Stickst.; gewöhnlich überwiegt selbst der Khlst. als Bestandtheil in beiden.

95. Gewinnung. — Theils zieht man den Khlst. aus der Erde, so rein er sich darin findet (als Kohlenblende und Steinkohlen) theils trennt man ihn aus seinen Verbindungen durch chemische Operationen; in welcher Absicht man jedoch nur das Harz, das Holz und die Steinkohlen zu benutzen pflegt. Die verschiedenen Verfahrungsarten, welche man hiezu anwendet, sind zu verwickelt, um hier beschrieben zu werden: wir werden erst davon handeln, wenn wir auf die Pflanzenstoffe zu sprechen kommen. Wir begnügen uns, anzuführen, daß der Khlst., welcher vom Harz herrührt, Wsst. zurückhält und Ruß (noir de fumée) genannt wird; daß der, welcher dem Holze seinen Ursprung verdankt, Wasserstoff, erd- und salzartige Theile enthält, woran man die Kohle hat, deren man man sich im Haushalt bedient; daß der, welcher aus den Steinkohlen erhalten wird nichts anders ist, als die Koaks oder Cokes (coaks); endlich daß sich aus diesen drei Arten, durch starke Erhitzung in einem offenem Tiegel, wie es scheint, aller Wsst. verflüchtigen, und sich sonach aus Ruß reiner und sehr zertheilter Kohlenstoff gewinnen läßt.

†. Einige wichtige Bemerkungen hat Mushet über die Gewinnung der Holzkohle im dritten Band von Tilloch's Magazin mitgetheilt. Er sagt ganz richtig, daß der Ertrag der Kohle im Kleinen von dem im Großen verschieden sey; im letzterm Falle hänge nämlich die Quantität der Kohle mehr von der Härte und festen Textur des Holzes und von der Geschicklichkeit des Kohlenbrenners in der Aufbauung des Meilers ab, als von der absoluten Quantität Kohlenstoff, die ein solcher Meiler enthält. Folgendes ist die Tabelle der Resultate, die er selbst gefunden hat; berechnet auf 100 Theile angewandten Holzes, nach Versuchen, mit 1 Pfund avoir du poids Holz angestellt.

In 100 Theilen

	flüchtige Substanz.	Kohle.	Asche.	Kohle nach Proust.	Kohle nach Rumford.
Eiche	76,895	22,682	0,423	20	43,00
Esche	81,260	17,972	0,768	17	
Birke	80,717	17,491	1,792		
Norwegische Fichte	80,441	19,204	0,355	20	44,18
				schwarze Esche	
Mahagoni	73,528	25,492	0,980	25	
Weißer Ahorn	79,20	19,734	1,066		
				Weide	
Stechpalme	78,92	19,918	1,162	17	
				Herz der Eiche	
Schottische Fichte	83,095	16,456	0,449	19	
Buche	79,104	19,941	0,955		
Ulme	79,655	19,574	0,761		43,27
Wallnuß	78,521	20,663	0,816		
Americanische Maßholder	79,331	19,901	0,768		42,23
				Franzosenholz	
American. schwarze Buche	77,512	21,445	1,033	24	
Bohnenbaum	74,234	24,586	1,180		
				Pappel	
Lignum vitae	72,643	26,857	0,500		43,57
Weide	80,371	18,497	1,132		
				Linde	
Kastanie	76,304	23,280	0,416		43,59

Clement und Desormes behaupten, daß das Holz die Hälfte seines Gewichts Kohle enthält. Proust versichert, daß gute Steinkohlen 70, 75 und 80 Procent Kohle oder Koaks geben, die nur 2 oder 3 Procent Asche nach der Verbrennung übrig lassen. (Ure chem. Wörterbuch Artikel Kohle).

Anwendung. — Der reine Khlst. ist nur als Diamant im Gebrauch. Die Eigenschaft, welche er als solcher besitzt, durchsichtig zu seyn, das Licht stark zu brechen, es zu zerstreuen und dadurch in den lebhaftesten Farben zu spielen, seine Seltenheit, seine Härte, seine Unzerstörbarkeit lassen ihn als eine der kostbarsten und unvergänglichsten Zierden schätzen. Sonst bedient man sich seiner nur, die andern harten Edelsteine zu schneiden, zu poliren, darein zu stechen und das Glas zu schneiden. Die Anwendungen der unreinen oder eigentlich sogenannten Kohle dagegen sind sehr vielfach. Allenthalben ist sie als Brennmaterial im Gebrauch. Man bedient sich derselben in den Hammerwerken nicht allein, um die benöthigte Hitze hervorzubringen, sondern auch um die Metalle aus ihren Erzen abzuscheiden, sie zu desoxydiren und zu reduciren. Mit Schwefel und Salpeter gemengt giebt sie das Schießpulver. Als Ruß mit fetten Körpern vereinigt bildet sie die Buchdruckerschwärze. Die Malerkunst verdankt ihr sehr

warme Töne (des tons très-chauds) im Elfenbeinschwarz u. s. w. durch Verbindung derselben in kleiner Quantität mit dem Eisen erhält man den Stahl.

Die Eigenschaft, welche die Kohle besitzt, die Gasarten zu absorbiren (und faulige, färbende Stoffe anzuziehen) macht sie sehr geeignet, die Fäulniß des Wassers, des Fleisches u. s. w. zu verhüten und selbst anfangende Fäulniß darin wieder rückgängig zu machen; woraus für lange Seereisen ein unschätzbarer Vortheil erwächst. Man koche zu altes Fleisch in W., und setze Kohle zu, es wird seinen schlechten Geruch verlieren. Man filtrire morastiges W. durch eine Schicht Kohle von einigen Zollen und lasse es dann 24 Stunden hindurch an der Luft stehn; es wird ganz klar und trinkbar werden. Man hat dieß Verfahren in Paris am Wasser der Seine bewährt gefunden, die im Winter immer viel Schlamm mit sich führt; die Kohlenschicht wird zwischen zwei Sandschichten gebracht, welche sie in der Lage erhalten, und diese zwischen zwei Schichten Kies. Man verkohle das Inwendige der Fässer, wie Bertholet angegeben, und das W., was man hinein thut, wird sich gut halten.

Man bedient sich auch der Kohle mit großem Vortheil zur Klärung und Entfärbung der Flüssigkeiten, namentlich der Syrupe, zur Reinigung des Honigs, dem dadurch zugleich seine Farbe, sein Geruch und sein herber Geschmack (goût âcre) benommen wird. Die ersten Versuche dieser Art rühren von Lowitz her. Figuiere, Charles Derosne, Bussy, Pagan, Desfosses haben viel hinzugefügt, so daß wenig mehr in dieser Hinsicht zu wünschen übrig bleibt. (S. 1609 bis.).

† Die zum Geruch- und Farbenehmen verwendete Kohle muß vollständig ausgebrannt seyn, sonst theilt sie den Substanzen ihren eigenen empyreumatischen Geruch mit; dann muß sie, wo möglich noch warm, grob gepulvert, und durch Sieben von dem feinen Staube befreit werden: präparirte Kohle, (carbo praeparatus). Als thierische Kohle verwendet man zu diesem Zweck vorzüglich die gut ausgelaugten und nochmals geglühten Rückstände der Berlinerblaufabriken. Die Kohle schützt auch Metalle, z. B. Eisen vor dem Rosten. (Scholz Chem. I. 275.).

Endlich haben geschickte Aerzte auch die Kohle als fäulnißwidriges Mittel (innerlich und noch mehr äußerlich) angewandt; doch ist sie in diesem Bezug nicht sehr im Gebrauch. (Ganz vorzüglich verdient ihre Anwendung zu Zahnpulvern gerühmt zu werden; da sie ohne die Zähne anzugreifen eine vollkommene Reinigung derselben bewirkt, wozu man sich der gewöhnlichen Kohlen vom Herde bedienen kann).

Vom Phosphor (phosphorus, phosphore, P = 19,615).

96. Geschichtliches. — Die Entdeckung des Phosphors geht bis 1669 zurück und ist zu merkwürdig, um nicht hier erzählt zu werden. Sie rührt von Brandt, einem Chemiker in Hamburg her, der mit Aufsuchung des Steins der Weisen, oder der Kunst, unedle Metalle in edle zu verwandeln, beschäftigt, einst Urinextract zu den Metallen setzte, deren Verwandlung er bewerkstelligen wollte. Dieß brachte ihn zwar seinem eigentlichen Zwecke nicht näher, wohl aber gelangte er dadurch zur Entdeckung eines Körpers, der die Eigenschaft des Selbstleuchtens besaß, und mit beispielloser Lebhaftigkeit verbrannte, des Phosphors nämlich. Erstaunt über das Erscheineu dieses Körpers, schickte er eine Probe davon an Kunkel, einem Deutschen Chemiker, der sich beeilte, sie seinem Freunde Kraft in Dresden zu zeigen. Dieser fand so viel Wunderbares darin, daß er sich sofort nach Hamburg begab, in der Absicht, das Geheimniß seiner Zubereitung zu erkaufen. In der That that er dieß mittelst 200 Dollards und unter der Bedingung, das Geheimniß für sich zu behalten. Da aber Kunkel den Besitz seiner Kenntniß sehr wünschte, und von Kraft ihn zu erlangen nicht hoffen durfte, beschloß er, durch eigne Versuche die Bereitung des Phosphors zu erforschen, welches ihm im J. 1674 nach vielen fruchtlosen Bemühungen wirklich glückte. Jedoch blieb die Zubereitung des Phosphors bis im J. 1737 verborgen, wo ein Fremder nach Paris kam, und sie in Gegenwart von 4 Commissarien, die die Akademie ernannt hatte, Hellot, Duffay, Geoffroy und Duhamel, ausführte. Von da an war sie Gemeingut. Hellot beschrieb sie ausführlich in den Memoiren der Akademie für das J. 1737 und Rouelle wiederholte sie in seinen Lehrvorträgen über Chemie im nämlichen J. Sie bestand darin, den verfaulten Urin bis zur Trockniß abdampfen zu lassen und den Rückstand dann stark in einer steingutnen Retorte zu erhitzen, deren Hals mittelst eines Vorstoßes in W. tauchte.

Auf diese Weise verfuhr man lange Zeit hindurch bei der Zubereitung des Phosphors; abgerechnet, daß man einige Jahre nachher auf Marggrafs Rath ein Bleisalz (und Kienruß) zum verdickten Urin hinzusetzte. Ungeachtet dieser Vervollkommnung des Verfahrens blieb aber doch der Phosphor so selten, daß er für einen der merkwürdigsten und kostbarsten Gegenstände galt, den man sehen konnte; auch fand er sich nur in den Laboratorien der vornehmsten Chemiker und den Cabineten einiger Reichen, welche Liebhaber von Curiositäten waren.

Endlich entdeckte Gahn im J. 1769 den Phosphor in den Knochen, und gründete darauf mit Scheele ein Verfahren, ihn sich in

ziemlich beträchtlichen Quantitäten zu verschaffen. Auch wird dieß Verfahren mit leichten Abänderungen noch jetzt zur Gewinnung des Phosphors eingeschlagen. Wir werden es in der Folge beschreiben (787 bis.).

Da der Phosphor gewöhnlicher geworden war, so konnten nun die Chemiker an ein näheres Studium seiner Eigenschaften gehen. Die hauptsächlichsten Arbeiten über diesen Körper verdanken wir Pelletier, der seine Verbindung mit dem Schwefel und fast allen Metallen bewerkstelligte; Lavoisier, der uns seine Verbindungen mit dem Srst. kennen gelehrt hat; Dulong und Davly, die seine verschiedenen Säuren untersucht haben; und Berzelius, der sich nicht allein mit diesen sondern auch ihren Verbindungen mit den Basen beschäftigt hat.

97. Physische Eigenschaften. Der Phosphor ist fest, geschmacklos. Rein ist er (bei der mittlern T. der Atm.) so biegsam, daß er sich sieben bis achtmal hin- und wieder biegen läßt, ohne zu zerbrechen; aber schon der Zusatz von $\frac{1}{100}$ Schwefel reicht hin, ihn spröde zu machen (so wie er auch bei niedern Temperaturen spröde und leicht zerreiblich wird). Der Fingernagel ritzt ihn ohne Mühe, und alle schneidende Instrumente dringen leicht in ihn ein. Sein spec. G. ist 1,77. Sein Geruch ist schwach und erinnert an den des gewöhnlichen Wasserstoffgases oder des verdampfenden Arseniks. Bald ist er durchscheinend und farblos, bald durchscheinend und gelblich, bald halb durchscheinend wie Horn, bald schwarz und undurchsichtig; welches von der Anordnung seiner Molecule abhängt.

In die Dunkelheit gebracht, leuchtet er stets, wofern man der L. nicht den Zutritt vermehrt. Auch hat er von dieser Eigenschaft seinen Namen erhalten, welcher Lichtträger bedeutet.

† Der Phosphor ist sehr schwer krystallisirbar; Pelletier beschreibt in Blättern, Nadeln und Octaedern krystallisirten Phosphor. Kleine Krystalle davon kann man erhalten, wenn man eine siedendheiße Aufl. desselben in Naphtha langsam abkühlen läßt. Der Phosphor wird durch Krystallisation undurchsichtig, wiewohl die meisten übrigen Körper dadurch durchsichtig werden. (Scholz Chem. I. 241).

98. Chemische Eigenschaften. — Der Phosphor schmilzt bei 43°. Ich habe jedoch Phosphar weit unter dieser Temperatur geschmolzen gesehn, der aber durch Schütteln plötzlich fest ward. Einer Hitze von 60 bis 70° ausgesetzt und plötzlich erkältet wird er schwarz; bei sehr langsamen Erkalten bleibt er durchscheinend und farblos; ein gemäßigtes Abkühlen verleiht ihm manchmal das hornartige Ansehn. War er schwarz, so wird er durch das Schmelzen wieder farblos, um durch ein plötzliches Abkühlen wieder schwarz zu werden. Diese Ergebnisse

lassen sich leicht in einer engen und an beiden Enden verschlossenen Röhre zum Augenschein bringen. Man bringe einen Phosphorstengel in die Röhre; gieße so viel W. hinein, daß der Phosphor ganz damit bedeckt wird; erwärme die Röhre gehörig und schütte kaltes W. darüber; bald wird der Phosphor erstarren und schwarz werden. Den nämlichen Erfolg wird man auch sehen, wenn man die Röhre in das W. taucht und plötzlich umkehrt. Auch dadurch, daß man den Versuch blos mit einem kleinen Phosphorkügelchen anstellt, und es im Augenblick, wo es erstarren will, mit einem eisernen oder kupfernen Stäbchen berührt, läßt sich jene Erscheinung nachweisen.

Als ich diese Erscheinungen zum ersten Mal beobachtete, beeilte ich mich, sie anzuzeigen, noch in dem Glauben, daß sie jeder Art Phosphor gemein wären; seitdem aber habe ich mich überzeugt, daß dieß nicht der Fall sey; ich habe vielmehr gefunden, daß der Phosphor dieses verschiedenen Ansehns erst dann fähig wird, wenn man ihn eine gewisse Anzahl Male destillirt hat. Oft reicht ein 3 bis 4 maliges Destilliren hin, manchmal erst ein 8 bis 10 maliges.

Ich weiß noch nicht, worauf der Unterschied in den Eigenschaften beruht, der zwischen diesen beiden Arten von Phosphor Statt findet. Er rührt nicht von Gegenwart des Schwefels her; denn beim Verbrennen durch Salpetersäure erhält man aus beiden Arten eine Fl., die nicht durch den salpeters. Baryt getrübt wird.*) Eben so wenig rührt er von Gegenwart an Kohle her. Wenigstens wird durch Verbrennung mit Salpetersäure weder aus der einen noch aus der andern Art Phosphor eine Quantität Kohlens. erzeugt, welche das Kalk- oder das Barytwasser zu trüben vermöchte. Da nun der Phosphor bei seiner Bereitung nur in Berührung mit diesen beiden verbrennlichen Körpern und außerdem mit Wsst., mit Srst., mit Kalk, und mit den Wänden der Retorte ist, es aber nicht wahrscheinlich ist, daß jener Erfolg von einem der drei letztgenannten Körper abhänge, so sieht man sich veranlaßt, ihn auf Rechnung des Wssts zu schreiben. Würde man aber, diese Annahme als gültig vorausgesetzt, den schwarzen oder den andern Phosphor für wasserstoffhaltig anzusehen haben? Vielleicht ließe sich zur Entscheidung hierüber so gelangen, daß man beide vergleichungsweise der Wirkung der Voltaischen Batterie aussetzte; und sollte ich mich schon jetzt für eine Meinung erklären, so würde ich in

---

*) Wäre Schwefel im nicht destillirten Phosphor vorhanden, so müßte dieser beim Verbrennen in Schwefelsäure verwandelt werden und sich bei Zusatz von salpeters. Baryt durch einen Niederschlag zu erkennen geben. Denn da die Schwefels. eine stärkere V. zum Baryt hat, als die Salpeters., so würde erstre sich des Baryts bemächtigen, und mit ihm als unauflöslicher schwefels. Baryt niederfallen.

dem, welcher durchscheinend bleibt, einen Wasserstoffgehalt vermuthen; weil nach Davy, wenn man durch gewöhnlichen geschmolzenen Phosphor einen Voltaischen Strom gehn läßt, gephosphortes Wsstgas sich bildet.

Die Destillation des Phosphors darf nicht ohne Vorsicht, noch mit beträchtlichen Quantitäten auf einmal angestellt werden; widrigenfalls die Leichtigkeit und Heftigkeit mit der er brennt, zu gefährlichen Folgen Anlaß geben könnte. Man bringe den Phosphor in eine kleine gläserne Retorte, stelle diese in einen kleinen Reverberirofen, neige ihren Hals stark und halte ihn warm, tauche sein Ende in fast siedendes W., bringe den Phosphor durch glühende Kohlen allmälig bis zum Sieden, erhalte ihn darin, bis er völlig überdestillirt ist, welches man bei aufmerksamen Verfolgen der Operation und an den häufigen und plötzlichen Oscillationen des Wassers bemerken wird; ziehe den Hals der Retorte aus dem W. zurück und verstopfe ihn sofort. Wenn zufällig das Wasser zu sehr im Halse der Retorte aufstiege, so würde man durch sanftes Erheben desselben, kleine Luftquantitäten für jedesmal hineintreten lassen; wodurch sowohl die Nachtheile eines höhern Aufsteigens des Wassers, als der zu lebhaften Verbrennung vermieden werden, welche ein zu plötzliches Eintreten der Luft veranlassen würde. Der Phosphor destillirt weit unter der Rothglühhitze über; nach dem dazu erforderlichen Feuersgrade zu urtheilen, bedarf er nicht einmal 200°. Wie vorsichtig man übrigens auch verfahren mag, immer bleibt in der Retorte etwas sehr leichtes und sehr zertheiltes Pulver, welches nichts als Phosphoroxyd ist.

† In der torricellischen Leere verflüchtigt sich der Phosphor schon in der, durch die gewöhnlichen Sonnenstralen hervorgebrachten, Wärme und setzt sich in glänzenden rothen Schuppen an die innern Wände des Glases an. Schließt man Phosphor in eine Glasröhre ein, welche mit schwarzem Papier, in welchem Figuren ausgeschnitten sind, bekleidet ist, so sammeln sich am Lichte eine Menge Krystalle an den durchsichtigen Stellen des Glases und stellen dann die ausgeschnittenen Figuren dar.

† In Berührung mit der Atm. stößt der Phosphor einen besondern, mit seinem eigenthümlichen Geruche begabten, im Finstern leuchtenden, Dampf aus. Dieses Leuchten und Dampfen zeigt sich zwar schon bei Temperaturen unter 0, vermehrt sich aber mit Erhöhung der T., ist also kurz vor der Entzündung am stärksten. Da sich hiebei eine Säure erzeugt, so ist dieses Leuchten ein wahres, obschon langsames, Verbrennen, zu welchem also die Gegenwart von Srstgas eine nothwendige Bedingung ist; weswegen der Phosphor im ganz luftleeren Raume, in reinem Stick- oder Wsstgas nicht leuchtet. In

völlig trockner Luft höret das Leuchten bald auf, weil der Phosphor sich mit einem dünnen Häutchen phosphoriger S. überzieht, welches in feuchter L. immer abläuft, und daher die Berührung des Phosphors mit dem Srstgas nicht abschneidet. Weil der Phosphor in gewöhnlich feuchter, übrigens auch noch so sehr verdünnter, Luft, das Srstgas durch sein langsames Verbrennen ganz absorbirt, so gehört er unter die vorzüglichsten eudiometrischen Körper. — Bei + 32° R., nach Andern bei + 53 R. entzündet sich der Phospsor. Wenn mehrere Stangen von Phosphor über einander liegen, so entzünden sie sich oft von selbst bei der gewöhnlichen T. der Atm. durch Reiben. Vorzüglich unter Begünstigung der zugleich einwirkenden thier. Wärme wird die Entzündung des Phosphors sehr leicht veranlaßt; daher gehört Vorsicht dazu, wenn man Phosphor bei sich tragen will. Durch das zugleich erfolgende Schmelzen und Zerfließen des brennenden Phosphors wird das Verbrennen damit besonders gefährlich. — Im W. ist der Phosphor gar nicht aufl., verliert aber durch längeres Aufbewahren darin seine Durchscheinbarkeit und bedeckt sich mit einer weißen, am Lichte sich noch leichter als reiner Phosphor röthenden, Rinde, die einige für Phosphororyd, andre für Phosphorhydrat halten. Das W. riecht dann nach Phosphorwasserstoffgas und leuchtet im Dunkeln. In absolutem Alkohol löset sich der Phosphor etwas auf, besser in Aether, in ätherischen und fetten Oelen. Darauf gründet sich die Bereitnng der Phosphorleuchtflaschen und der leuchtenden Pomade. Das beste Auflösungsmittel des Phosphors ist der Schwefelkohlenstoff, der ohne fest zu werden, sein 8faches Gewicht Phosphor aufnehmen kann. (S. 181) (Scholz Chemie I. 240).

Die Sonnenstralen zeigen sich keineswegs wirkungslos auf den Phosphor; sie färben ihn roth ohne ihm seine Durchscheinbarkeit zu benehmen, wie Vogel zuerst beobachtet hat, eine Farbenveränderung, die im leeren Raum, wie in Wsstgas, Stickgas u. f. w. erfolgt; sie findet selbst in verbreitetem Tageslichte Statt, obwohl sehr langsam. Sollte sie nicht daher rühren, daß der Phosphor etwas Feuchtigkeit zurückhält, und durch Zersetzung des Wassers etwas Phosphororyd, welches roth ist, gebildet würde?

Der Phosphor zeigt uns mit dem Srst. und den andern Gasarten ein sehr merkwürdiges Verhalten.

1) Man fülle über Queckstlber oder über W. bei einer T., welche nicht 27° übersteigt, und unter dem Druck von 76 Cent. (28 Zoll) Queckstlberhöhe eine Glocke mit Srstgas und bringe einen Stengel Phosphor hinein. Es wird binnen 24 Stunden keine Verschluckung desselben erfolgt seyn. Wenn aber bei unveränderter oder nur um wenig Grade erniedrigter T. der Druck vermindert wird, so daß er nur

noch 5 bis 10 Cent. (22 bis 44 Zoll) beträgt; wenn man z. B. den Phosphor mit einigen Blasen Sauerstoffgas in ein Barometer steigen läßt, so wird sich der Phosphor mit weißen Dämpfen umgeben und allmälig alles Gas verschlucken, damit Unterphosphorsäure (Acide phosphatique) bildend, wie dieß Bellani de Monza zuerst beobachtet hat. Je geringer der Druck wird, um so weniger wird es Wärme bedürfen, die Verbrennung zu Stande zu bringen: doch wird sie nicht mehr bei + 5° (4° R) und drunter Statt haben.

2) Wenn man bei dem vorigen Versuch den Druck des Gases erhöht, anstatt ihn zu mindern, so wird die Verbrennung des Phosphors erst bei einer höhern T. erfolgen.

3) Der Zusatz einer mehr oder minder großen Menge Stickst. oder Wsst. oder Kohlens. zu einem gegebenen Volumen Srst. ist hinsichtlich des Verbrennens des Phosphors in letzterm unter 27° von derselben Wirkung, als eine Verminderung des Drucks. Dieß ist der Grund, warum der Phosphor an der atm. L. leuchtend ist: er verbrennt langsam darin, verschluckt ihren Srst. und läßt den Stickst. zurück.

4) Der Phosphor muß sich vermöge seiner Expansivkraft (welches eine allgemeine Körpereigenschaft ist) merklich in Dunst bei der gewöhnlichen T. in allen Gasarten verwandeln, die ihn nicht chemisch angreifen, mithin in fast allen. Man halte z. B. einen Phosphorstengel einige Zeit hindurch in eine Glocke voll Srstgas, ziehe ihn alsdann daraus zurück, und lasse atm. L., Kohlens., Wsstgas oder Stickgas in die Glocke zu treten. Im nämlichen Augenblick entsteht in der Glocke eine leuchtende, weiße, von Phosphorverbrennung herrührende, Wolke. Die nämliche Erscheinung würde Statt haben, wenn der Phosphorstengel erst in Berührung mit Stickgas, Kohlens. oder Wasserstoffgas gebracht wäre, und man dann atm. Luft oder Srstgas in die Glocke zutreten ließe.

Bellani, von welchem unter diesen Beobachtungen diejenigen herrühren, die die Verminderung des Drucks betreffen, schließt daraus gegen die gewöhnliche Ansicht, daß die Molecule einer und der nämlichen Gasart noch durch eine gewisse Anziehungskraft an einander halten; und daß diese es ist, welche sich der Vereinigung des Srsts mit dem Phosphor bei der gewöhnlichen T. und dem gewöhnlichen Druck entgegensetzt (indem nämlich die Anziehung der Srstmolecule gegen einander erst überwunden werden müßte, damit ihre Anziehung gegen die Phosphormolecule wirksam werden könnte); daß durch Verdünnung des Gas mittelst verminderten Drucks diese Anziehung geschwächt, und so die Verbrennung des Phosphors möglich gemacht würde; daß der Stickst., der Wsst., die Kohlens. u. s. w. eben so wirkten, indem sie die Srstmolecule von einander trennten, und daß so-

nach ihr Einfluß nur mechanisch wäre (Journal de Pharmacie, t. V. p. 489)[1]).

Fände indeß wirklich noch Cohäsion auch in den Gasarten Statt, so könnte, wie es scheint, eine Mengung derselben, zumal bei sehr verschiedener Dichtigkeit, nicht erfolgen; auch müßte man glauben, daß, wenn die chemische Wirkung bei der Erscheinung gar nicht mit ins Spiel käme, alle Gasarten, in welchen der Phosphor sich in Dunst verwandeln kann, bei ihrer Mengung mit dem Srstgas seine Verbrennung bewirken müßten; dieß aber ist nicht der Fall, wie man aus folgender Tabelle ersehen wird, deren Versuche sämmtlich bei der T. von 17° und unter dem Druck von 76 Cent. angestellt sind.

---

1) Ich habe den Versuch No. 1 mehrmals wiederholt und immer mit Erfolg. Den von No. 2 habe ich nicht wiederholt. Der von No. 3 ist seit langer Zeit bekannt. Den von No. 4 habe ich sehr oft angestellt und beobachtet, daß der Stickst., welcher durch Phosphor aus der atm. L. abgeschieden worden ist, der Wsfst. und die Kohlens., wenn sie fünf bis sechs Stunden lang bei der T. von 11° mit einem Phosphorstengel in Berührung gebracht worden sind, stets nach Zurückziehung des Phosphors die Eigenschaft erlangt haben, im Dunkeln zu leuchten, wenn man sie mit etwas atm. L. oder Srstgas mengt; daß dagegen das ölbildende Gas und das Stickgas, welches man durch ein Gemenge von Schwefel, Eisen und W. erhalten hat, nichts Aehnliches zeigen. Den Srst. anlangend, so ist es mir nur zuweilen geglückt ihn leuchtend zu machen, obwohl ich ihn sofort mit viel Wsfst., Stickst. oder Kohlens. mengte: das Licht zeigte sich niemals in dem ganzen, vom Gas eingenommenen, Raum.

Namen der Gasarten.	Sauerstoff 40. Andres Gas, 200.	Sauerstoff, 80. Andres Gas, 200.	Sauerstoff, 120. Andres Gas, 200.	Sauerstoff, 160. Andres Gas, 200.	Sauerstoff, 200. Andres Gas, 200.
Sauerstoff; und Wasserstoff	Totale Verbrng.; lebhaftes Licht	Tot. Vrb.; allmälig zunehmendes Licht. .	Langsame Verb.; in 24 Stunden vollendet. .	. . 0 . .	. . 0 . .
Sauerstoff; Kohlensäure	desgl. . .	desgl. . . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .
Sauerstoff; Protoxyd von Stickstoff .	desgl. . .	desgl. . . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .
Sauerstoff; oelbildendes Gas. . . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 .
Sauerstoff; Stickstoff, aus der atm. L. durch einen Teig aus Eisen und Schwefel gewonnen	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .
Sauerstoff; Kohlenoxyd, gewonnen durch Calcination von Marmor mit Kohle.	Totale Verbrennung, lebhaftes Licht . . .	. . . . .	. . 0 . .	. . 0 . .	. . 0 . .
Sauerstoff; und atm. L. in solchen Verhältnissen, daß die Verhältnisse des Sauerstoffs und Stickstoffs die oben angegebenen sind. . .	Totale Verbrennung; lebhaftes Licht. . .	Tolale Verbrennung; lebhaftes Licht . . .	Totale Verbrennung; bald lebhaft werdendes Licht . . .	Totale Verbrennung; Licht.	Totale Verbrennung; Licht.

Der Phosphor brennt noch in einem Gemenge von atm. Luft und Srst. der Art, daß 4 Srst. gegen 3 Stickst. darin enthalten sind; und die Verbrennung endet erst mit der völligen Verschluckung des Srsts. Bei einem stärkern Verhältniß von Srst. ist die Verbrennung so zu sagen unmerklich; und sie hört ganz auf, wenn man mit dem Srst. nur die Hälfte seines Vol. Stickstoff vermengt.

Wenn der Phosphor in festem Zustande gar nicht oder doch nur sehr langsam auf den Srst. wirkt, so verhält es sich ganz anders mit dem geschmolzenen. Dieser verschluckt und condensirt dieß Gas plötzlich; wodurch Phosphorst., viel Hitze und eine so starke Lichtentwickelung, daß sich das Auge dadurch geblendet fühlt, erzeugt wird. Man fülle z. B. eine kleine lange und enge Glasglocke mit Queckſilber, und bringe ungefähr zwei Grammen mit Josephpapier getrockneten Phosphors hinein. Da dieser viel leichter als das Queckſilber ist, so wird er schnell den obern Theil der Glocke gewinnen; man schmelze ihn an der Weingeistlampe oder durch glühende Kohlen, und lasse alsdann Srstgas Blase für Blase in die Glocke steigen. Jede Blase wird, so wie sie in Berührung mit dem Phosphor kommt, im selben Augenblick verschwinden, das Auge mit einem Lichtglanz treffend, der so hell wie ein Blitz ist. Man kann auch, wenn es nur um Beobachtung der lebhaften Verbrennung des Phosphors zu thun ist, ungefähr 1 Gramme davon in eine kleine Kapelle legen, welche an einem Ende eines Eisendrahts aufgehangen ist, der mit dem andern an einem Stöpsel hängt, den Phosphor anzünden, und die Kapelle in eine große Flasche voll Srstgas hineinhängen.

Außer der Unterphosphorsäure (ac. phosphatique) und der Phosphorst. vermag der Phosphor noch zwei andre Säuren und vielleicht auch zwei andre Oxyde hervorzubringen, so daß er sich sonach in sechs Verhältnissen mit dem Srst. vereinigen würde. Diese verschiedenen Zusammensetzungen werden wir betrachten, wenn von den verbrannten Körpern die Rede seyn wird (299 und 348).

Er besitzt außerdem die Eigenschaft, sich mit einer großen Menge verbrennlicher Körper zu verbinden; nämlich mit dem Wsſt., dem Schwefel, den Selen, dem Chlor, dem Jod und fast allen Metallen. Seine Verbindung mit dem Kohlst. und Stickst. ist problematisch; die mit dem Bor noch nicht versucht.

† Mit salpetersauren Salzen erhitzt, gerieben oder geschlagen, verpufft der Phosphor.

Da der Phosphor von heftiger Einwirkung auf die atm. L. ist, so ist man genöthigt, ihn in Gefäßen aufzubewahren, die nichts von derselben enthalten. Man bedient sich zu diesem Zweck gekochten Wassers, welches ohne Zutritt der atm. L. abgekühlt ist; man gießt W.

in eine Schüssel mit Flaschen, die sich mit eingeschmirgelten Stöpseln verschließen lassen; man bringt das Wasser zum Sieden; erhält es auf diesem Hitzgrade sieben bis acht Minuten hindurch; zieht die Flaschen voll Wasser zurück; stöpselt sie zu; thut, wenn sie kalt geworden sind, den Phosphor hinein; verschließt sie von Neuem und stellt sie an einen dunkeln Ort.

99. Natürliches Vorkommen. — Da der Phosphor mit solcher Leichtigkeit verbrennt, so kann er sich nicht in reinem Zustande in der Natur vorfinden. Auch hat man ihn bisher nur in Verbindung mit andern Körpern angetroffen; nämlich einerseits mit dem Srst. und mehrern Metalloxyden in einigen phosphorsauren Salzen, namentlich im phosphors. Kalk, der zum großen Theil die feste Grundlage der thierischen Knochen ausmacht; andrerseits in der Karpfenmilch und einem Theil der Hirnsubstanz und der Nerven, welche neben dem Phosphor noch Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff enthalten (auch im Harn und den Harnsteinen; im Pflanzenreiche als Phosphors. in den Hülsen der Getreidearten, im Kleber, in der Hefe u. s. w.; im Mineralreiche in mehrern Fossilien, z. B. im Apatit, im Grünbleyerz, in dem Roseneisenerz u. dgl. m.).

100. Gewinnung. — Man gewinnt den Phosphor aus den Knochen durch ein Verfahren, welches wir bei Abhandlung der phosphorsauren Salze beschreiben werden (787 bis).

Anwendung. — Seine Anwendung ist beschränkt: man benutzt ihn nur zur Analysirung der Luft, zur Bereitung einiger besondern Producte in den Laboratorien und zur Verfertigung von Phosphorfeuerzeugen. Diese sind nichts anders, als Glasröhren, welche man verstopft hält und welche zum Theil oxydirten Phosphor enthalten. Ihre Bereitung ist sehr einfach; man nehme eine Röhre oder vielmehr eine kleine lange und enge Flasche, die mit einem eingeschmirgelten Stöpsel versehen ist; fülle sie fast ganz mit trocknem Phosphor an; halte sie mittelst einer Zange über einige glühende Kohlen und erhitze sie so, bis sich eine leichte Flamme um die Mündung zeigt, und die Flasche, zwischen das Auge und das Licht gehalten, durchscheinend und roth erscheint; darauf nehme man sie vom Feuer und stöpsele sie zu. Will man sich derselben bedienen, so tauche man ein Schwefelhölzchen hinein, reibe damit ein wenig Phosphor ab und ziehe das Schwefelhölzchen zurück, welches sich, an die Luft gebracht, sofort entzünden wird. Sollte es nicht Feuer fangen, so braucht man es nur schnell auf einen Korkstöpsel oder noch besser auf Filz zu reiben, und es wird sich stets im Augenblick entzünden. Ein glatter Körper, wie Glas und dergl., würde nicht von der nämlichen Wirkung seyn. Man wird auch die Entzündung des Schwefelhölz-

chens dadurch befördern können, daß man sein Ende mit etwas Speichel netzt, bevor man es in das Feuerzeug taucht.

† Zu den Phosphorfeuerzeugen gehören auch die Turiner Kerzchen, von Pribla zu Turin erfunden. An eine 5 Zoll lange und 2 Linien weite Glasröhre wird eine Kugel geblasen, in diese ein kleines Stückchen Phosphor gethan, dann ein Kerzchen, dessen Docht mit Nelkenöl etwas angefeuchtet und mit Schwefel- und Campherpulver bestreut ist, so hineingesteckt, daß der Draht den Phosphor berührt. Durch gelindes Erwärmen der Kugel wird der Schwefel und der Phosphor zusammengeschmolzen. Die Röhre wird nun zugeblasen und 1 Zoll hoch über der kleinen Kugel ein Feilstrich gemacht. Bricht man hier die Röhre ab und zieht das Kerzchen heraus, so fängt es an zu brennen.

Wirkung des Phosphors auf den thierischen Organismus. — Der Phosphor ist ein heftiges und allgemeines Reizmittel. In sehr schwacher Dosis äußert er schnelle, aber kurz dauernde, Wirkungen; er stimulirt z. B. die Geschlechtswerkzeuge sehr schnell. Die Versuche, die Alphonse-Leroy an sich selbst und Chevenix und Pelletier an Enten und Hähnen, die das Alter schwach und impotent gemacht hatte, angestellt haben, setzen dieß außer Zweifel. In zu starker Gabe gereicht führt er durch heftige Entzündung den Tod herbei. Einige Aerzte haben ihn, in Alkohol, Aether oder Oelen aufgelöst, andere in Pillen mit Brodkrume angewandt; immer nur in kleinen Gaben.

Anwendung als Reagens. Man bedient sich des Phosphors 1) in Stängelchen, um den Srst. aus Gasgemengen, welche dieses Gas enthalten, zu absorbiren, vorzüglich zur Zerlegung der atm. Luft; 2) zur Abscheidung des Goldes und Silbers aus ihren Auflösungen in Säuren in metallischer Gestalt; † 3) nach Witting (Beiträge für Chemie 1822. Th. 3.) als Reagens auf Kupfer. Witting löste einen Gran schwefels. Kupfer in 24 Unzen dest. Wasser auf und ließ an einem Faden ein Phosphorstück hineinhängen. Bald darauf zeigte sich eine blaue Farbe, und nach Verlauf einiger Stunden eine braune Ablagerung auf der Oberfläche des Phosphors, wiewohl das Kupfer nur zu $\frac{1}{31000}$ in der Fl. enthalten war.

Vom Schwefel (sulfur, soufre, S = 20.).

101. Physische Eigenschaften. — Der Schwefel, dessen Entdeckung sich in das höchste Alterthum verliert, ist (bei der gewöhnlichen T. der Atm.) fest, zitronengelb, leicht zerreiblich, geschmacklos.

Obwohl geruchlos, nimmt er doch durch Reiben einen leichten Geruch an. Ein kleiner Stoß reicht hin, ihn zu zerbrechen. Wenn man ihn fest in der Hand hält oder ihn etwas erhitzt, so knistert er uud zerspringt oft. Seine Bruchfläche ist glänzend, und sein spec. Gewicht 1,99. Er ist ein sehr schlechter Elektricitätsleiter und nimmt durch Reibung (mit den meisten Körpern) die negative El. an. Er besitzt ein beträchtliches Brechungsvermögen.

Chemische Eigenschaften. — (Der Schwefel, in verschlossenen Gefäßen bis auf 62° R. erhitzt, steigt langsam aber unverändert in phosphorescirenden Dämpfen in die Höhe und bildet an kälteren Körpern einen lockern Anflug, der unter dem Namen Schwefelblumen, flores sulphuris, bekannt ist. Bei einer, dem Siedepuncte des Wassers sich nähernden, T. fängt er an, weich zu werden), schmilzt bei 107 bis 109° C. (indem er so dünnflüssig wie Oel, dabei rothbraun und durchsichtig wird, aber beim Erkalten seine vorige gelbe Farbe und seine Undurchsichtigkeit wieder annimmt). Beim Erkalten erstarren die sämmtlichen äußern Theile zuerst; durchsticht man alsdann die obere Kruste und gießt die inneren noch flüssigen Theile ab, so findet man den Tiegel, welcher den geschmolzenen Schwefel enthielt, mit einer Menge Schwefelkrystallen ausgekleidet. Unter diesen zeigen mehrere eine regelmäßige Gestalt, und zwar, unstreitig eben so wie die natürlichen gut begränzten Metalle, eine octaedrische mit rhomboidaler Basis, wodurch sie sich den Modificationen des rhomboidalen Prismas anschließen.

Bei fortgesetzter Schmelzung (wenn die T. weit über den Siedpunct des Schwefels, nach Brande auf + 160° R. erhöht wird) nimmt der Schwefel neue Eigenschaften an. Er verändert sein Ansehn, wird hyacinthroth, zähe, verdickt sich. Wenn er in diesem Zustande (wo er ein spec. Gewicht von 2,325 zeigt) in kaltes W. gegossen wird, so bleibt ihm einige Zeit seine weiche (wachsähnliche) Consistenz, (er bekommt eine Art von Metallglanz und erhärtet an der Luft nur allmälig; daher seine Benutzung zu den sogenannten Schwefelabdrücken). Mehrere Chemiker glauben, daß er in feinem zähen Zustande sich mit Srst. verbunden hat, was aber um so unwahrscheinlicher ist, da er seine Farbe, seine Sprödigkeit (bei langsamen Abkühlen) wieder annimmt und endlich zum vorigen Zustand zurückkommt.

Aber nicht allein geschmolzen kann der Schwefel durch die Hitze werden, sondern auch ins Sieden gebracht (bei + 239° R.). Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur eine gläserne Retorte zu drei Viertheilen mit Schwefel anzufüllen, einen Vorstoß daran zu fügen, dessen Ende in eine Schale oder Schüssel voll W. taucht, diese Re-

torte dem bloßen Feuer auf einem, mit seinem Laboratorium versehenen, Ofen auszusetzen und sie allmälig zu erhitzen: der Schwefel wird schmelzen, durchsichtig werden, sieden, und sich weit unter der Rothglühhitze in ein gelbes Gas verwandeln, welches im Hals der Retorte tropfbar werden, in den Vorstoß und von da in die Schale fließen wird, wo der Schwefel erstarrt und verworren (als Schwefelblumen) krystallisirt.

† Der Schwefel ist im Wasser gar nicht, in Alkohol bei der gewöhnlichen T. nur wenig aufl. Er kann jedoch unter günstigen Umständen, z. B. wenn er in Wasserdampf sublimirt, im geschmolzenen Zustande mit W. begossen oder aus seinen, in W. aufgelösten, Verbindungen niedergeschlagen wird, ein weißes Hydrat bilden, welches unter dem Namen Schwefelmilch (lac sulfuris, magisterium sulfuris) bekannt ist. Bei sehr hoher T. zerlegt der Schwefel etwas W. und bildet mit dessen Bestandtheilen schwefelige Säure und Schwefelwasserstoffsäure. Absoluter Alkohol löset bei der Siedhitze eine beträchtliche Menge Schwefel auf, erhält dadurch einen unangenehmen Geruch, läßt aber beim Erkalten den größten Theil des Schwefels wieder fallen. Am beßten geschieht die Auflösung, wenn Schwefel und Alkohol sich in Dampfgestalt begegnen. In Aether, in dem einfachen Gewichte fetter und in dem achtfachen Gewichte ätherischer Oele löset sich der Schwefel ebenfalls auf. Mit den Oelen stellt er die Schwefelbalsame dar (Scholz Chemie I. 208.).

Der Schwefel zeigt sich bei der gewöhnlichen T. wirkungslos auf den Srst.; bei einem Hitzgrade aber, der seinen Schmelzgrad um etwas übersteigt, z. B. bei 150° (20° R.) fängt er Feuer in diesem Gas, verbrennt darin mit einer bläulich weißen Flamme und bringt durch Verbindung damit schwefeligs. Gas von durchdringendem und unerträglichem Geruch hervor. Jedermann weiß, daß er auf gleiche Art auch auf die atm. Luft wirkt; und in der That ist die Wirkung auf diese von der vorigen nur durch die mindre Lebhaftigkeit verschieden; wie man leicht finden kann, wenn man Schwefel in eine kleine Kapelle thut, die am Ende eines Eisendrahts hängt, dessen andres Ende an einem Stöpsel befestigt ist; darauf den Schwefel anzündet und nun in die Flasche voll Sauerstoffgas taucht, wo sich dann zeigt, daß die Verbrennung sogleich an Lebhaftigkeit bedeutend zunimmt. Allerdings geht bei diesem Verfahren das schwefeligsaure Gas zum großen Theil verloren; handelt es sich aber um Ansammlung oder selbst Messung desselben, so fülle man über dem Queckſilberbade eine kleine krumme Glasglocke zu zwei Drittheilen ihres Innenraums mit Srst.; bringe mittelst eines Eisenstäbchens ein kleines Stück Schwefel bis in den krummen Theil der Glocke und erhitze den Schwefel mit einer

Weingeistlampe; bald wird eine lebhafte Verbrennung erfolgen, aller Schwefel wird verschwinden, wenn das Sauerstoffgas in großem Ueberschuß vorhanden ist, und man wird in der Glocke alles schwefeligsaure Gas, gemengt mit dem überflüssigen Srst., finden. Durch Schütteln des Gasgemenges mit etwas W. wird die schwefelige S. allein aufgelöst, so daß man, um zu finden, wie viel Säure gebildet und wie viel Srst. dazu verwandt worden ist, die verschiedenen Gasarten blos zu allen Epochen der Operation mit Sorgfalt zu messen hat. Ein Vol. Sauerstoffgas bringt nicht ganz ein Vol. schwefeligs. Gas hervor: dessenungeachtet darf man nur einige Centigrammen Schwefel auf Einmal verbrennen; indem die plötzliche Expansion des Gases hinreichend werden könnte, die Glocke zu sprengen.

Außer der schwefeligen S. vermag der Schwefel mit dem Srst. noch zu bilden Schwefels., Unterschwefels., und unterschwefelige Säure. Diese aber bilden sich nur, wenn sich ihre Bestandtheile in Gegenwart eines Körpers befinden, zu dem sie V. besitzen, z. B. des Wassers oder eines Metalloxyds.

Der Schwefel scheint die Eigenschaft zu besitzen, sich mit allen Metallen so wie allen nicht metallischen einfachen Körpern, dem Bor und Stickstoff ausgenommen, zu verbinden, von welcher Art Verbindungen wir weiterhin handeln werden.

102. Natürliches Vorkommen. — Der Schwefel ist sehr verbreitet in der Natur und kommt sowohl in gediegenem als in verbundenem Zustande vor.

Gediegen findet man ihn häufig in durchscheinenden oder undurchsichtigen Massen, welche Schichten in verschiedenen Gebirgsarten bilden; oft auch in kleinen Theilen in verschiedenen Steinen eingesprengt; seltner in grünlichgelben oder röthlichbraunen, fast immer durchsichtigen, Krystallen; manchmal in Staub.

Der gediegene Schwefel ist in einigen Quarzfelsen in Urgebirgen oder Uebergangsgebirgen (Brasilien und Cordilleras von Quito) entdeckt worden. In großer Menge und manchmal in ziemlich dicken Schichten kennt man ihn in den Flötzgebirgen (Val di Noto und Mazzara in Sicilien; Cesena sechs Meilen von Ravenna am Adriatischen Meere, Conilla bei Gibraltar u. s. w.); er begleitet auch sehr häufig das gemeine Salz, welches im Allgemeinen dieser Formation angehört; ferner findet er sich häufig in den tertiären Formationen; und man sieht ihn selbst häufig unter unsern Augen in den Abtrittgruben, den Gossen, dem Gyps in der Umgegend von Paris sich bilden; endlich trifft man ihn sehr reichlich in allen nicht erloschenen Vulkanen, wie dem Vesuv, dem Vulcano, Aetna, Teneriffa, denen des südlichen Amerika u. s. w., welche beständig Schwefel entbinden, und

in den Solfataren, unter denen man namentlich die zu Puzzoli im Gebiet von Neapel, die von Guadeloupe, von St. Lucia und von Island nennen kann.

Obwohl der Schwefel gediegen nicht selten vorkommt, so ist er doch im verbundenen Zustande noch häufiger; wie sich aus der großen Menge natürlicher schwefelsaurer Salze und Schwefelverbindungen ergiebt. Unter letztern führen wir an die Schwefelverbindungen mit Eisen, die in allen Gebirgsformationen sehr reichlich vorkommen; mit Bley, mit Queckſilber und Spießglanz, wodurch Gänge und mächtige Lager gebildet werden, und aus welchen man alles Bley, Queckſilber und Spießglanz gewinnt, das der allgemeine Bedarf erfordert; das Schwefelkupfer, welches man der Gewinnung des Metalls halber gräbt; und das Schwefelzink, gewöhnlich unter dem Namen Blende bekannt. Unter den schwefelsauren Salzen wollen wir nur den schwefelsauren Kalk oder Gyps nennen, von dem sich sehr ausgedehnte Schichten in den Uebergangs-, Flötz- und selbst tertiären Formationen befinden; und das schwefelsaure Doppelsalz von Thonerde und Kali (Alaunstein), das den Trümmern der ältesten vulcanischen Gegenden angehört, und welches man zu Tolfa in den Römischen Staaten, zu Piombino in Toscana, in Ungarn, in den Inseln des griechischen Archipelagus und selbst in Frankreich zu Mont-d'Or kennt.

Dieß sind übrigens nicht die einzigen natürlichen Zusammensetzungen, welche Schwefel enthalten. Er findet sich auch in den natürlichen Schwefelwässern, mit Wasserstoff verbunden. Mehrere Pflanzen, wie die Cruciferen, enthalten ebenfalls sehr merkliche Quantitäten davon *). Selbst in einigen thierischen Stoffen ist er vorhanden, und

---

*) Nach Planche (Journ. de Pharm. VIII. 367. Schw. J. VI. N. R. 280. Häule Magazin der Pharmacie I. 1828. S. 271.) zeigten von etwa 50 verschiedenen Pflanzen mehr als zwei Drittheile, sowohl geruchlose, als ein ätherisches Oel liefernde, Vegetabilien deutliche Spuren von Schwefel bei der Destillation. — Den meisten Schwefel geben die Blüten von Hollunder, Linden und Pomeranzen, die blühenden Stengel von Ysop, Melitotenklee, Dragun und Raute, die Saamen von Dill, Römischem und gemeinem Kümmel und von Fenchel, ferner Gewürznelken, und von Parietaria und Mercurialis die ganze Pflanze. Wenig Schwefel geben der blühende Stengel von Melisse, Rosmarin, weißem Andorn, Gänserich, Portulack, Boretsch, Wermuth; die Blätter, Blumenblätter und Saamen von Gartenlattich, blasser Rose, Anis; eine Spur von Schwefel der ganze Stengel von Wegerich, Schöllkraut, Odermennig; Blätter und Blumenblätter von Lactuca virosa und Klapperrose; Samen von Phellandrium aquaticum; der blühende Stengel von Körbelkraut und Schierling; keinen Schwefel der blühende Stengel von der blauen Kornblume, Mutterkraut, Nachtschatten, Kardobenedikten, Beifuß, Augentrost, Tausendgüldenkraut; die Blüte von Huflattich; die ganzen Blumen der Lilien und Röm. Chamillen; die Früchte der Erdbeeren und Himbeeren; die Rinde von Zimmt, Muskatbl.; Muskatnuß; die Beeren von

namentlich rührt es von seiner Gegenwart in den Eiern her, daß diese silberne Gefäße schwärzen und beim Faulen einen schlechten Geruch annehmen.

103. Gewinnung. — Der Schwefel wird entweder aus den Erden, mit denen er sich in der Gegend von Vulkanen und Solfataren gemengt findet, oder aus den Zusammensetzungen, die er mit dem Eisen und dem Kupfer bildet, ausgeschieden. Daher zwei Arten, ihn zu gewinnen. Die erste ist bei der Solfatare von Puzzoli in Anwendung, wo man folgendermaßen zu Werke geht.

Man stellt zehn Töpfe oder Tiegel von gebrannter Erde, von ungefähr 1 Meter (3 Fuß) Höhe, 20 Litres (1000 Cubikzoll) Innenraum, und die in der Mitte ausgebaucht sind, in einen langen Ofen, der Galeerenofen [1]) genannt wird, fünf auf die eine und eben so viel auf die andre Seite. Die Tiegel sind so in die Dicke der Wände des Galerenofens selbst gestellt, daß ihr Bauch nach Innen und Außen darüber hervortritt und daß ihr oberer Theil durch die Oberfläche der Kuppel herausragt. Nachdem man sie mit faustgroßen Stücken der tauglichen Erden angefüllt hat, deckt man sie mit einem irdenen Deckel zu, und fügt an eine Oeffnung, die an ihrem obern und seitlichen Theile angebracht ist, eine Röhre von ungefähr 4 Centimeter im Durchmesser, die in geneigter Lage in einen andern bedeckten Topf geht, der am Boden durchbohrt und über einem hölzernen Zuber voll W. angebracht ist. Nach so getroffener Einrichtung heitzt man den Ofen; bald schmilzt der Schwefel, bläht sich auf, sublimirt sich, und fällt unter flüssiger Gestalt in den Zuber, wo er erstarrt. Ist aller

---

Myrtus pimenta; die Wachholderbeeren. Der Schwefelgehalt wurde dadurch gefunden, daß man etwa 20 Kilogrammen der angeführten Vegetabilien mit dem nöthigen Wasser destillirte und während dem in dem Helm des Apparats mit Bleizucker getränkte Leinwand oder schwarze Kupferbleche aufhieng; die Leinwand schwärzte sich, wenn Schwefel zugegen war und von dem dunkelgrau gewordenen Kupfer konnte man mit Scheidewasser eine schwärzliche Substanz abkochen, woraus bei der Erhitzung in einer kleinen Röhre Schwefel sublimirte.

1) Man nennt Galeerenofen (galére) einen langen, gewöhnlich aus Backsteinen gebauten, Ofen, der die Gestalt eines rechteckigen Prisma's von ungefähr 3 bis 4 Meter Länge, 9 bis 12 Decimeter Breite und 7 bis 9 Decimeter Höhe hat und sich oben in einen Halbcylinder endigt, welchen man Kuppel (dôme) nennt. An einem seiner Enden befindet sich eine Thür, durch welche das Brennmaterial eingelegt wird, am andern ein mehr oder minder hoher Rauchfang. Der hier anzuwendende Galeerenofen hat 22 Decimeter Länge auf $7\frac{1}{2}$ Dec. Höhe und 5 Dec. Weite von einer Wand inwendig zur andern.

Man hat auch Galeerenöfen, die nichts anders, als runde Reverberiröfen von großem Durchmesser sind. Die zu erhitzenden Gefäße werden hier rings am ganzen Umkreise angebracht. Man kann auf solche Art 8 bis 10 ziemlich große Retorten stellen.

Schwefel verflüchtigt, so nimmt man den Rückstand heraus, füllt die Tiegel von Neuem und schreitet zu einer zweiten Operation. Der auf solche Art erhaltene Schwefel ist unter dem Namen Treib- oder Rohschwefel (soufre brut) bekannt: er ist unrein; indem er ungefähr $\frac{1}{12}$ seines Gewichts erdiger Materie enthält, die er beim Aufblähen in sich aufgenommen hat.

Ehemals reinigte man den Rohschwefel so, daß man ihn in einem Kessel von Gußeisen schmolz und in Fluß erhielt, bis die Unreinigkeiten sich daraus abgesetzt hatten; worauf er mit einem Löffel abgeschöpft und (in feuchten hölzernen Formen) zu Stangenschwefel gegossen wurde. Allein der Schwefel wurde durch dieß Verfahren nicht allein nicht aller seiner Unreinigkeiten beraubt; sondern man litt auch noch einen beträchtlichen Verlust dabei, indem die zu Boden gesunkenen Unreinigkeiten (Boden- oder Roßschwefel) immer noch viel Schwefel enthielten. Jetzt reinigt man ihn dadurch, daß man ihn in einem großen Kessel von Gußeisen destillirt, der einen gemauerten, durch eine Oeffnung mit einer seitlichen Kammer in Verbindung stehenden, Aufsatz (chapiteau) über sich hat. Der Kessel wird auf einen gut ziehenden Ofen gesetzt; er kann 500 bis 600 Kilogrammen Schwefel fassen und obwohl er 27 Millimeter dick ist, widersteht er doch der Wirkung des Schwefels nur vier bis fünf Monat lang. Außer der Oeffnung, durch welche der Aufsatz mit der Kammer communicirt, hat er noch eine andre, die sich beliebig verschließen läßt, durch welche man das Material in den Kessel einlegt und den Rückstand zu Ende jeder Destillation herausnimmt. Die Kammer selbst ist gemauert und von verschiedener Größe; es müssen darin mit Hähnen versehene Röhren (conduits) im Niveau des Bodens (à fleur du sol) angebracht seyn, um den tropfbaren Schwefel nach Außen zu leiten, und ihr Gewölbe muß eine Klappe haben, um die verdünnte Luft entweichen zu lassen.

Mittelst dieses Apparats kann man nach Belieben Schwefel in Masse oder Schwefelblumen erhalten.

Destillirt man 100 Kilogr. Schwefel in der Stunde in einer Kammer von 64 Cub. Metern, so erhält man Schwefel in Masse; Schwefelblumen dagegen, wenn die Kammer die fünffache Größe hat und man mit der Operation während der Nacht einhält. Im ersten Fall nämlich wird sich der dunstförmige Schwefel in der Kammer blos bis zur Tropfbarkeit verdichten; im zweiten dagegen darin erstarren und zu einem ausnehmend zarten Pulver werden. In letzterm Fall nimmt man ihn nur zu einer Thür heraus, welche man während der ganzen Dauer der Operation geschlossen hält; in ersterm dagegen fließt er von selbst aus der Kammer durch die in der Ebene des Bodens an-

gebrachten Röhren in Formen aus Fichtenholz, die befeuchtet und ausgetropft sind, wo er die Gestalt von Stangen erhält, und in den Handel unter dem Namen Stangenschwefel (soufre de canon) übergeht; dessen Innres oft nadelförmige Krystalle enthält.

Der Schwefel wird nicht blos aus den Erden gewonnen, mit welchen er sich in vulkanischen Gegenden gemengt findet, sondern auch aus den sogenannten Kiesen, d. i. Eisen mit dem größten Verhältniß von Schwefel verbunden, oder Eisenpersulfurid.

Unter allen tauglichen Verfahrungsarten besteht die bei Weitem vorzüglichste darin, den Kies ohne Zutritt der Luft zu calciniren: jedoch ist sie selten in Gebrauch, weil es schwer hält, sich Gefäße zu verschaffen, welche der corrosiven oder durchdringenden Wirkung des Schwefels zu widerstehen vermögen. Dartigues, einer unsrer geschicktesten Manufacturisten hat zuerst diese wichtige Aufgabe in einem seiner Etablissements bei Namur gelöst. Die Gefäße, deren er sich bedient, und die von ihm verfertigt werden, sind irdene Cylinder von solcher Güte, daß sie nur selten einer Erneuerung bedürfen. Er bringt bis vier und zwanzig derselben in den nämlichen Ofen, in zwei über einander befindlichen Reihen. Ihre Lage ist horizontal und ihre Länge der Breite des Ofens gleich, durch welchen sie gelegt werden. Jeder derselben enthält ungefähr 25 Kilogr. Schwefel. Sie werden sämmtlich durch eins ihrer Enden gefüllt, welches man beliebig öffnen und verschließen kann; und die Destillation geschieht durch das andre Ende, an welches sich ein Vorstoß gefügt findet, durch den der Schwefel in hölzerne Tröge übergeführt wird, die zum Theil mit Wasser gefüllt und durch bleierne Deckel geschlossen sind. Das Feuer wird bis zu dem Grade verstärkt, daß die Kiese schmelzen: freilich erhält man so nur 13 bis 14 Theile von 100 Schwefel; allein diese lassen sich auch leicht ausziehen, ein wichtiger Umstand, da sonst die Operation nicht in den nämlichen Gefäßen fortgesetzt werden könnte. Nach sechsstündigem Calciniren ersetzt man den Kies durch andern, und diesen nach eben so viel Zeit wiederum durch neuen, u. s. f. Der Rückstand (Schwefelbrände genannt) verwandelt sich dann leicht beim Zutritt der atm. Luft in schwefels. Eisen; und entzündet sich selbst manchmal von freien Stücken, wie wir in der Folge sehen werden (833).

† Seit einiger Zeit gewinnt man auch den Schwefel mit Ersparung von Brennmaterial und von Gefäßen, aber mit Verlust an Schwefel, in eigenen Oefen, in welchem die einmal entzündete Kiese durch ihr eignes Fortbrennen den Schwefel der obern Schichten verflüchtigen, der sich dann zugleich mit viel schwefeliger Säure in einem langen, anfangs gemauerten, dann hölzernen horizontalen Rauchfange

(Schwefelfange) verdichtet, wo er gesammelt und dann der weitern Läuterung unterworfen wird (Scholz Chemie I. 209.).

Anwendung. — Die Wohlfeilheit des Schwefels und die Eigenschaft desselben, leicht anzubrennen, machen, daß man das Ende der Schwefelhölzchen damit schwängert, damit sie leichter Feuer fangen. Dadurch, daß man Schwefel verbrennt, und die Seide und Wolle der Wirkung der sich dabei erzeugenden schwefeligen S. aussetzt, vermag man diese Stoffe vollkommen zu bleichen. Mit Salpeter und Kohle gemengt giebt er das Schießpulver. Mit Quecksilber verbunden und sublimirt bildet er den Zinnober. Durch Erhitzung desselben mit Kupfer in einem Reverberirofen wird zum Theil das schwefels. Kupfer gewonnen, dessen man in den Gewerben benöthigt ist. In einem Tiegel mit Kali geschmolzen giebt er die Schwefelleber. Manchmal wird er gebraucht, das Eisen in Stein zu löthen; hauptsächlich dient er zur Bereitung der verkäuflichen Schwefels.

† Eine Entdeckung der neuesten Zeit ist, daß man rothglühende Eisenplatten oder Stangen von bedeutender Dicke mittelst daran gehaltenen Schwefels binnen sehr kurzer Zeit durchbohren kann. Der Oberst Evain hat in dieser Hinsicht zu Metz folgende Versuche angestellt. Er ließ in einer gewöhnlichen Schmiedewerkstätte, wo mit Steinkohle gefeuert wurde, eine etwa 8 Linien dicke Klinge von Schweißeisen bis zum Rothglühen erhitzen und hielt dann an deren Oberfläche eine $7\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser haltende Schwefelstange. Nach 14 Secunden ward dadurch ein vollkommen rundes Loch durch die Klinge gebohrt. Eine andre, 2 Zoll dicke, Eisenbarre ward binnen 15 Sec. durchbrochen. Die Löcher hatten durchaus die Gestalt der angewandten Schwefelstangen, diese mochten nun cylindrisch oder prismatisch seyn; sie waren jedoch auf der Seite, wo der Schwefel herauskam, regelmäßiger als auf der andern. Stahl, welcher aus alten zerbrochenen und zusammengeschweißten Feilen bereitet war, wurde binnen $\frac{1}{4}$ kürzerer Zeit durchbrochen. Grauer Gußstahl wurde erst kalt, dann warm, gründlich gebeitzt, hierauf fast bis zum Schmelzen erhitzt; allein der Schwefel machte in diesem Zustande nicht den geringsten Eindruck auf seine Oberfläche. Ja er hinterließ nicht einmal eine Spur (Bull. univ. Oct. 1828.).

Endlich benutzt die Heilkunst den Schwefel als äußeres Mittel gegen chronische Hautkrankheiten, als innres ebenfalls gegen solche und gegen chronische Lungen- und Unterleibskrankheiten.

Vom Selen (Selenum, Sélenium, Se = 49,59.).

103 bis. Das Selen, dessen Name vom griechischen Wort Selene (der Mond) herkommt, ist ein, erst neuerdings von Berzelius entdeckter und bis jetzt sehr seltner Körper. Der Entdecker hat ihm seinen Platz unter den Metallen angewiesen; er sagt indeß selbst, daß man ihn mit eben so viel Recht zu den nicht metallischen verbrennlichen Körpern zählen könne: und wir haben daher diese Classification, welche uns angemessener scheint, vorgezogen.

Eigenschaften. — Das Selen ist bei der gewöhnlichen T. fest, geschmack- und geruchlos, sehr zerbrechlich, spröde wie Glas und leicht zu pulverisiren. Es hat nur sehr wenig Neigung zu krystallisiren: auch hat Berzelius die Gestalt einiger Rudimente von Krystallen, die er durch mehrere Versuche erhielt, nicht zu bestimmen vermocht. (Wenn das Selen sich aus selenwasserstoffsauren Ammoniack langsam absetzt, so bildet sich auf der Oberfläche der Fl. eine dünne metallische Haut, deren obere Seite eben ist und eine hell bleygraue Farbe hat, wogegen die untere dunkelgrau und glimmerartig ist. Beide zeigen unter dem zusammengesetzten Vergrößerungsglase eine krystallinische Textur, die auf der obern Seite unregelmäßig ist; aber auf der untern Seite kann man ziemlich deutlich rechtwinklige, vierseitige, glänzende Flächen unterscheiden, welche wie Seiten von Cuben und Parallelepipeden aussehen. Sogar im selenwasserstoffs. Ammoniack schießt Selen auf den Seiten des Glases an, und die Krystalle bilden eine dendritische Vegetation von prismatischen Krystallen mit zugespitzten Enden, an welchen jedoch keine näher bestimmte Form beobachtet werden kann. Berzelius). Es wird leicht durch das Messer geritzt. Es ist ein schlechter Leiter des Wärmestoffs und der El. Es wird nicht, wie der Schwefel, durch Reiben elektrisch. Sein spec. Gewicht fällt zwischen 4,30 und 4,32. Geschmolzen und rasch erkältet gesteht es zu einer undurchsichtigen Masse von polirter und dunkler, ins Rothbraune fallender, Oberfläche, mit bleyfarbigem, glasartigem, metallischen (muschlichen) Bruche. Läßt man dagegen das Selen, nachdem es geschmolzen worden ist, recht langsam erkalten, so wird seine Oberfläche uneben, körnig, bleigrau und hat keine Politur mehr. (Wird es durch Zink oder durch schwefelige Säure aus einer verdünnten Aufl. kalt gefällt, so hat es eine zinnoberrothe Farbe; läßt man aber den Niederschlag in der Fl. kochen, so wird er ganz schwarz). Gepulvert ist das Selen in jedem Fall dunkelroth; bäckt jedoch beim Zerreiben unter dem Pistill zusammen, und wird glänzend grau an der Oberfläche. (In dünnen Lagen ist das Selen durchsichtig, mit einer schönen und dunkelrubinrothen Farbe).

Dem Feuer ausgesetzt wird es bald weich; bei 100° ist es bald flüssig; bei einigen Graden darüber in vollkommenem Fluß. Zieht man es alsdann vom Feuer zurück, so wird es wieder weich, und untersucht man es in diesem Zustande, so findet man, daß es sich zwischen den Fingern wie Siegellack kneten und in lange durchscheinende Fäden ziehen läßt, welche mittelst des durchgehenden Lichtes roth, mittelst des zurückgeworfenen aber grau und metallisch glänzend erscheinen.

Das Selen läßt sich nicht allein leicht schmelzen, sondern auch ohne Schwierigkeit kochen. Man erhitze es in einer gläsernen Retorte und man wird beobachten, daß sein Siedpunct unter der Rothglühhitze Statt hat, und daß es sich dabei in einen dunkelgelben Dampf verwandelt, der sich im Halse des Gefäßes zu schwarzen Tröpfchen verdichtet. Erhöht man die T. hinlänglich, um den Dampf in Vorlagen überzutreiben, wo er sofort erstarren kann; so giebt er einen rothen geruchlosen Rauch, der sich als ein feines Pulver von derselben Farbe absetzt, welches hinsichtlich seiner Feinheit den Schwefelblumen gleicht.

† Das Selen ist in Wasser, Alkohol, Aether, ätherischen Oelen unauflöslich; löset sich aber wie der Schwefel in geschmolzenem Wachse, in Fett und in fetten Oelen auf. Die Verbindung mit Olivenöl hat bei der gewöhnlichen T. der Atmosphäre die Consistenz einer Salbe, welche gelbes Licht durchläßt und blaßrothes zurückwirft.

Das Selen wirkt nur mittelst der Hitze auf das Sauerstoffgas und bringt je nach der dabei verfolgten Verfahrungsart verschiedene Producte hervor.

Man nehme einen Ballon, fülle ihn mit Sauerstoffgas; schütte etwas Selen hinein, und füge dann eine Röhre daran, welche mit einer Glocke ebenfalls voll Sauerstoffgas, unter dem gewöhnlichen Druck, in Verbindung steht; darauf erhitze man den Ballon allmälig: wenn das Gefäß nur 27 bis 28 Millimeter (ungef. 12 Lin.) im Durchmesser hat, so wird sich das Selen in dem Augenblick, wo es zu sieden anfängt, entzünden, wird mit einer schwachen Flamme brennen, welche unten weiß und oben grün oder bläulichgrün ist. In diesem Fall wird Selens. entstehen, die sich sublimiren und in ein weißes Pulver verdichten wird, und alles Selen wird verschwinden. Noch besser wird der Versuch gelingen, wenn man ihn so anstellt, daß man einen Strom Sauerstoffgas auf den schmelzenden Körper richtet. Auch läßt er sich sehr gut in einer gekrümmten Glocke über Queckſilber vornehmen (S. 423 ter).

Faßt aber der Ballon einige Litres, so wird das Selen nicht Feuer fangen, sich jedoch mit dem Sauerstoff verbinden; und dann

statt der Säure ein Oxyd bilden, welches im Gaszustande bleibt und dessen Geruch dem von verfaulten Rettig ähnlich ist. Woher dieser Unterschied in der Wirkung? Nach Berzelius rührt er daher, daß das Selen im großen Gefäße hinlänglichen Raum hat, sich zu verflüchtigen und zu verstreuen; während im kleinen das Gegentheil Statt findet. Wir werden das Selenoxyd und die Selensäure, die einzigen Körper, die sich durch Verbrennung des Selens bilden können, erst bei Betrachtung der Oxyde und der Säuren (299 bis und 423 ter) näher behandeln.

Der Wasserstoff verbindet sich auch sehr wohl mit dem Selen. Das Nämliche gilt vom Phosphor, dem Schwefel und den Metallen. Die hieraus hervorgehenden Verbindungen werden unter den Nummern (187 ter und 246 ter) betrachtet werden.

Natürliches Vorkommen. — † Das Selen ist bis jetzt nur in wenig Mineralien gefunden worden. Berzelius fand den von ihm entdeckten und benannten Eukairit *) zusammengesetzt aus 23,05 Kupfer; 26,00 Selen; 38,93 Silber; 8,90 fremdartige und erdige Stoffe; Verlust 3,12. — Ferner fand er in der Skrickerumgrube außer dem Eukairit noch ein selenhaltiges Fossil, das Selenkupfer, welches als silberglänzender baumförmiger Anflug auf Kalkspath vorkommt und so milde ist, daß die, vom Gestein abgelösten, Blättchen sich ausglätten und poliren lassen. Für das Selenkupfer hat Berzelius die Formel Cu Se, während jene des Eukairits nach ihm $Ag\,Se^2 + 2\,Cu\,Se$ ist. — Auch in dem grobcubischen Bleyglanz bei Atwidaberg und Fahlun findet es sich in kleinen Quantitäten. — In Norwegen ist es in Verbindung mit Tellur und Wismuth vorgekommen; nach Berzelius Vermuthung und Scholz bestätigender Untersuchung ist es auch ein Bestandtheil der Siebenbürgischen Tellurerze und der Rettiggeruch ist dem Tellur daher nicht eigenthümlich. — In der Nähe von Neu-York in Nordamerika soll man Selen in einem wolframhaltigen Erze gefunden haben. — Auch das Molybdänsilber soll etwas von diesem Stoff enthalten. — In dem Vitriolöl von Kraslitz in Böhmen wurde das Selen von L. Gmelin entdeckt; — und aus dem Schlamme der Bleykammern zu Lukawetz in Böhmen stellte es Scholz dar. (Berzelius, Scholz und Leonhard Handbuch der Orykt.).

---

*) Er kommt vor verwachsen mit Kalkspath und schwarzen Massen (die beim Schaben mit dem Messer Metallglanz zeigen, vor dem Löthrohr langsam schmelzen, Selengeruch verbreiten und viel Selenkupfer zu enthalten scheinen); auch mit Selenkupfer in einem talkigen oder serpentinartigen Gestein, das gediegen Kupfer eingesprengt enthält, in der jetzt nicht mehr bearbeiteten Kupfergrube Skrickerum im Kirchspiel Tryserum im Smaland.

Bereitung. — In dem Schwefel, welcher zu Fahlun durch Rösten der Schwefelkiese gewonnen wird, entdeckte Berzelius das Selen zum ersten Male. Bei der Fabrication der Schwefels. aus diesem Schwefel in einer Bleykammer setzt sich an den Wänden dieser ein rothes Sediment ab, von dem sich Berzelius zwei Kilogrammen verschafft hatte.

Dieß Sediment besteht aus Schwefel, Selen, Quecksilber, Bley, Zinn, Eisen, Kupfer, Zink und Arsenik. Durch zweckmäßige Behandlung desselben scheidet man den neuen Körper daraus. Wir beschreiben die verschiedenen hiezu erforderlichen Operationen jetzt nicht; da sie so verwickelt sind, daß sie hier noch nicht verstanden werden könnten. Erst unter dem Artikel selensaures Kali (877 bis) wird davon die Rede seyn.

S. die Abhandlung von Berzelius, Annales de Chim. et Phys. t. IX. p. 160, 225, 337.

Vom Chlor, Chlorine, oxygenirte Salzsäure, Superoxydul der Salzsäure (Chlorum, Chlore, Ch = 44,26).

104. Geschichtliches. — Die Entdeckung des Chlors (von Davy Chlorine genannt) verdanken wir Scheele, der sie im J. 1774 (zufällig bei Versuchen über den Braunstein) machte. Der Name dephlogistisirte Salzsäure, den er diesem Körper gab, wurde bei der Reformation der Nomenclatur mit oxygenirte Salzsäure (acid. muriatique oxygéne) vertauscht, und Kirwan nannte ihn bald darauf oxy-muriatisches Gas (Berzelius jetzt Superoxydul der Salzsäure). Man betrachtet nämlich diesen Körper als eine Zusammensetzung aus Srst. und Salzsäure, damals acide muriatique von den Franzosen genannt. Die vornehmsten Untersuchungen, welche über das Chlor angestellt worden sind, verdanken wir Berthollet (Mémoires de l'Académie des Sciences), Guyton Morveau, Chevenix (Transact. philos. 1802), Gay-Lussac und Thénard (Recherches physico-chymiques, t. II. p. 93), und Davy (Ann. de Chim. tomes LXXVI und LXXIX.).

Berthollet machte das Chlor zum Gegenstand eines eignen Studiums, und schuf eine Kunst, welche jetzt allgemein in Anwendung ist, nämlich Leinwand durch Chlor zu bleichen. Guyton-Morveau wandte es an, die Luft von Ansteckungsstoffen zu befreien. Chevenix suchte zuerst das Verhältniß der Bestandtheile in der oxygenirten Salzs. zu bestimmen. Gay-Lussac und Thénard zogen aus ihren Versuchen die wichtige Folgerung: daß die oxygenirte Salzs.,

welche bisher als ein zusammengesetzter Körper war betrachtet worden, sich als ein einfacher ansehen ließe, und daß alle Erscheinungen, welche sie darbietet, sich sehr wohl nach dieser Annahme erklären lassen. Davy nahm diese Ansicht, anderthalb Jahr nachdem wir sie aufgestellt hatten, ausschließlich an *).

Fast alle Chemiker endlich ziehen sie jetzt der ältern vor, zumal nach Entdeckung des Jods, eines Körpers, der in seinen Eigenschaften die größte Analogie mit dem Chlor zeigt.

104 bis. Physische Eigenschaften. — Das Chlor, wegen seiner Farbe so genannt (von χλωρος grüngelb), ist ein grünlichgelbes Gas, von unangenehmen, starken und so eigenthümlichen Geruch und Geschmack, daß es sich leicht daran erkennen läßt. Sein spec. Gewicht ist: 2,4216 (113). Die Flamme hineingetauchter brennender Lichter erbleicht erst, wird dann roth und erlöscht endlich.

Ganz trocknes Chlor hat durch Temperaturerniedrigung bei gewöhnlichem Druck noch nicht tropfbar und um so weniger fest gemacht zu werden vermocht. Es widersteht hiebei einer Kälte von — 50°. Um zu gefrieren, muß es feucht seyn und hier erstarrt es selbst über null Grad und giebt ein Hydrat, welches ich mit Gay-Lussac habe kennen gelehrt, und welches Faraday als aus 27,7 Chlor und aus 27,3 W. bestehend betrachtet **). Man erhält nach letzterm Chemiker, wenn man dieß Hydrat, nachdem es zwischen Josephpapier getrocknet worden ist, in einer, an der Lampe zugeschmolzenen, Röhre gehörig erhitzt, zwei Flüssigkeiten, eine von blaßgelber Farbe, welche fast nichts als Wasser ist (qui n'est pour ainsi dire que de l'eau); die andre von dunkel grünlichgelber Farbe, welche reines Chlor darstellt. Auch läßt sich das reine trockne Chlorgas tropfbar machen, wenn man zur Temperaturerniedrigung verstärkten Druck zu Hülfe nimmt. (Faraday, Ann. de Chim. et de Phys. t. XXII. p. 323. Schw. J. 1823. VIII. N. R. S. 301).

---

*) S. Darstellung der neuen Ansicht über die Natur der Salzs. von Fr. Nagy de Niyr. Wien bei Heubner 1819. — Geschichte der Salzs. von Aloys Wehrle. Wien bei Gerold 1819. — Berzelius Jahresbericht u. s. w. 2ter Jahrg. S. 60, 64, 68.

**) Um das Chlorhydrat gut krystallisirt zu erhalten, verfährt Faraday folgendermaßen: er bringt in eine reine Flasche voll Chlorgas ein wenig Wasser, doch nicht so viel, daß das Ganze in Hydrat verwandelt wird; und setzt darauf die Flasche einige Tage einer T. vom oder unter dem Frostpunct aus. Das Hydrat bildet sich hier in einer Kruste oder in dendritischen Krystallen, welche, wenn sie sich einige Tage selbst überlassen werden, dem Kampher gleich, von einer Stelle der Flasche zur andern übersublimiren und glänzende, verhältnißmäßig große, Krystalle von hellgelber Farbe darstellen, deren spec. Gewicht 1,2 zu seyn scheint (Ed. phil. J. IX. p. 198.).

† Das Brechungsvermögen des so erhaltenen tropfbaren Chlors ist etwas geringer, als das des Wassers; der Druck seines Dampfes bei 60° F. ungefähr dem von 4 Atmosphären gleich. Durch Verdunstung tropfbarer schwefeliger S. brachte Bussy eine Kälte bedeutend unter — 50° C. hervor, welche auch ohne Mitwirkung verstärkten Drucks das Chlor tropfbar machte (393).

In der größten Hitze bleibt das Chlorgas unverändert; wie sich dieß ergiebt, wenn man eine Glasretorte, aus der es sich entbindet, an das Ende einer Porzellanröhre fügt, welche durch einen Ofen voll Kohlen hindurchgeht, in dem die Hitze durch einen Blasebalg stark angefacht wird; das Gas tritt aus der Röhre mit den nämlichen Eigenschaften, mit denen es eingetreten war, wieder hervor. Man kann es über Wasser mittelst einer kleinen gekrümmten Röhre auffangen.

In W. aufgelöst und in den Strom des Voltaischen Kreises gebracht, begiebt es sich mit dem Srst. des zersetzten Wassers zum positiven Pol, während der Srst. des letztern sich zum negativen begiebt.

Zwischen gasförmigem Chlor und gasförmigem Srst. findet bei keiner T. Wirkung Statt; einer dieser Körper muß im Zustande eines sich entwickelnden Gases begriffen seyn. Auf diese Art stellt das Chlor zwei Oxyde und zwei Säuren mit dem Srst. dar (300 und 424).

105. Bemerkenswerthe Erscheinungen treten bei seiner Berührung mit Wasserstoffgas auf, von denen wir jetzt zu sprechen haben.

Erstens: wenn man bei der gewöhnlichen T. ein Gemeng aus Chlor und Wasserstoffgas an einen vollkommen dunkeln Ort bringt, so erfährt es, selbst im Verlauf mehrerer Tage, keine Veränderung; setzt man es aber bei der nämlichen T. dem verbreiteten Tageslichte aus, so verbinden sich Wasserstoff und Chlor allmälig zu gleichen Theilen und verwandeln sich in eine gasförmige, farblose, an der Luft rauchende, Zusammensetzung, deren Vol. mit dem der Gasarten, aus denen es besteht, übereinkommt. Wir werden diese Verbindung in der Folge unter dem Namen salzsaures Gas kennen lernen (455). Der Versuch wird auf folgende Weise angestellt: Man nimmt eine Flasche und einen langhalsigen Ballon von gleicher Capacität, reibt den Hals des Ballons in die Tubulatur der Flasche ein, so daß er genau hineinpaßt; trocknet dann beide Gefäße und füllt einerseits die Flasche mit trocknem Chlor, andrerseits den Ballon mit ebenfalls trocknem Wasserstoffgas. Um die Flasche mit Chlor zu füllen, thut man in eine Glasretorte die Substanzen, aus welchen sich dieß Gas entbinden kann (S. weiter unten Art. Zubereitung); stellt diese Retorte auf einen Ofen; fügt an ihren Hals mittelst einer kleinen Glasröhre eine andre Glasröhre von ungefähr 14 Millimetern (6 Lin.) im Durchmesser, und 5 bis 6 Decimeter (18 bis 21$\frac{1}{2}$ Zoll) Länge, die mit

Stücken Chlorcalcium angefüllt ist; endlich an das Ende dieser Röhre, deren Lage horizontal oder nur wenig geneigt seyn muß, fügt man eine andre von kleinerm Durchmesser, die rechtwinklich gebogen ist, so daß einer ihrer Schenkel bis zum Boden der Flasche reichen kann (Fig. 2. auf Taf. IX. würde diesen Apparat vollkommen vorstellen, wenn die Röhre DD′ in D′ zerschnitten wäre und bis zum Boden der Flasche tauchte). Nachdem der Apparat so eingerichtet worden ist, erhitzt man allmälig die Retorte: das Chlor entbindet sich, geht durch das Chlorcalcium hindurch, wird von diesem ausgetrocknet, gelangt zum Boden der Flasche und verdrängt binnen 5 bis 6 Minuten die Luft daraus, wofern ihre Capacität nicht über ½ Litre beträgt; darauf verschließt man die Flasche, nachdem man die Röhre langsam herausgezogen hat.

Das Verfahren, den Ballon mit trocknem Wsstgas anzufüllen, unterscheidet sich in Nichts von dem zu solchen Zwecken gebräuchlichen. Man füllt den Ballon mit Queckſilber, und läßt Wsstgas, welches durch Kalk getrocknet worden ist, hineinsteigen, bis er damit angefüllt ist.

Nachdem Flasche und Ballon solchergestalt mit den in Berührung zu bringenden Gasarten angefüllt sind, stöpselt man die Flasche los, bringt in ihre Mündung den Hals des Ballons ein, und umgiebt ihn mit geschmolzenem Harzkitt (mastic, s. seine Zusammensetzung S. 131) um den Austritt der Gasarten oder den Eintritt der atm. L. zu verhüten. Bald mengen sich das Wsstgas und das Chlor innig, wiewohl sie von sehr verschiedenem spec. G. sind. Wenn sie vollständig entfärbt sind, was nach Verfluß einiger Tage Statt hat, so hält man den Versuch für beendigt. Jedoch müssen wir anmerken, daß zur vollständigen Entfärbung des Gemenges erforderlich ist, dasselbe nach Verlauf des zweiten oder dritten Tages eine viertel oder halbe Stunde lang der directen Einwirkung der Sonnenstralen auszusetzen.

Zweitens: man setze ein Gemenge von Chlor und Wsstgas der directen Einwirkung der Sonnenstralen aus, es wird sich entzünden und schnell detoniren; die Detonation wird plötzlich und mit großer Stärke selbst dann erfolgen, wenn des Gemenges nur ein halber Litre ist; übrigens wird sich dasselbe, wie beim vorigen Versuch, wofern es aus gleichen Volumtheilen beider Gasarten besteht, ganz in salzs. Gas verwandeln; eine Verwandlung, welche nur theilweis erfolgen würde, wenn eine der Gasarten in Ueberschuß gegen die andre vorhanden wäre. Um den Versuch anzustellen, füge man nach der so eben erörterten Weise einen Ballon voll Wsstgas an einen Ballon voll Chlorgas; stelle diese Gefäße ungefähr eine halbe Stunde lang an einen dunkeln Ort, und kehre sie von Zeit zu Zeit um, so daß

das unterste zu oberst kommt, damit die Mengung gehörig von Statten gehe. Dann setze man sie der directen Wirkung der Sonnenstralen aus; benehme sich aber dabei mit Vorsicht. Man würde große Gefahr laufen, wenn man den Apparat in dem Augenblick halten wollte, wo er von den Sonnenstralen getroffen wird, weil er augenblicklich zerspringt; so schnell und mit solcher Stärke erfolgt die Detonation. Deswegen muß man ihn so stellen, daß man, ohne ihn zu berühren, nach Belieben verbreitetes oder directes Licht darauf fallen lassen kann.

Der Versuch würde eben so gut auch gelingen, wenn man das Wasserstoff- und das Chlorgas über Wasser in eine Flasche steigen ließe, diese dann verschlösse und der Sonne aussetzte; ja man verfährt gewöhnlich auf diese Weise.

Drittens: Man setze ein Gemenge von Chlor und von Wasserstoffgas der Rothglühhitze aus; es wird sich entzünden und detoniren wie vorhin. Diesen Versuch stellt man so an, daß man eine Glasglocke mit gleichen Volumtheilen dieser beiden Gasarten in der Wasserwanne anfüllt und ein brennendes Licht hineintaucht. Die Reaction wird auf der Stelle Statt haben, und man wird weiße Dämpfe in der Luft erblicken zum Zeichen der Bildung des salzs. Gases. Bei 200° (160° R.) würde die Entzündung noch Statt haben, nicht mehr aber bei einer T. von 100° (80° R.).

Wie soll man sich diese verschiedenen Erscheinungen erklären? Wir fanden, daß das Chlor und das Wasserstoffgas (im Allgemeinen) nur bei einer erhöhten T. auf einander wirken. Wir wissen aber, daß das Licht durch seinen Hinzutritt zu den Körpermoleculen unter manchen Umständen auf sie gleich der Rothglühhitze zu wirken vermag; dieß der Grund, warum das Gemenge von Wasserstoff und Chlor bei directer Einwirkung der Sonnenstralen zu detoniren vermag, während es im Dunkeln keine Veränderung erfährt. Es bleibt also nur noch zu erklären übrig, warum das verbreitete Licht nur eine langsame Wirkung äußert. Unstreitig liegt der Grund darin, daß dieß Licht erst nur auf die äußere Schicht, oder die welche mit der Gefäßwand in Berührung ist, wirkt, d. h., daß alle Stralen, welche der chemischen Wirkung fähig sind, durch diese Schicht absorbirt werden, so daß keine oder nur wenig zur zweiten, dritten Schicht u. s. w. gelangen. Jedoch müssen wir bemerken, daß auch diese Art Licht manchmal wirksam genug gewesen ist, das Gemenge zu entzünden.

Wie dem auch sey, jedenfalls folgt aus dem Vorstehenden, daß das Chlor viel V. zum Wssst. besitzt; und in der That ist diese V. so bedeutend, daß es den Wasserstoff allen andern Körpern entzieht, indem es sich damit zu Salzs. verbindet. Daher zersetzt es alle Was-

ferstoff haltenden Gase; zerstört alle pflanzlichen und thierischen Farben, selbst die der Tinte (weil alle Wsst. enthalten); und eben so die Miasmen oder fauligen Ansteckungsstoffe, die manchmal in der Luft vorhanden sind; deßhalb endlich unterhält es einige Zeit hindurch die Verbrennung der Kerzen. (Ausführlicheres hierüber s. Wirkung des Chlors auf die pflanzlichen und thierischen Stoffe. 1279).

Der Wsst. ist nicht der einzige verbrennliche Körper, mit welchem sich das Chlor verbindet. Es vereinigt sich auch mit dem Phosphor, dem Schwefel, dem Jod, dem Stickst., allen Metallen, ziemlich oft selbst mit Lichtentwicklung. Die daraus hervorgehenden Zusammensetzungen werden erst später untersucht werden (188 und 247.).

Das W. löst bei der T. von 20° (16° R.) und unter dem Druck von 0^m, 76 (28 Zoll) das Anderthalbfache seines Volumens davon auf (S. weiterhin Art. Zubereitung).

Natürliches Vorkommen. — Das Chlor ist in der Natur in sehr großer Menge vorhanden; aber immer kommt es nur mit andern Körpern verbunden vor. Die Zusammensetzungen, als deren Bestandtheil es gefunden wird, sind die Salzs., welche sich oft reichlich aus den Vulkanen entbindet, und welche man auch (nach einigen) in der atm. L. an der Seeküste findet; das Sodiumchlorid (Kochsalz), welches man in großen Massen in den Flötzformationen findet, so wie im Meerwasser mit salzs. Kalk und salzs. Magnesia. Es ist auch ein Bestandtheil des Chlorsilbers, des Chlorkupfers, welche Substanzen ziemlich selten in der Natur vorkommen und des salzs. Ammoniaks, das sich aus in Brand gerathenen Steinkohlengruben und vielleicht auch aus Vulkanen entbindet.

Zubereitung. — Man gewinnt das Chlor aus der Salzsäure. Zu diesem Zweck nimmt man 1 Th. gut pulverisirtes Manganperoxyd (schwarzes Manganoxyd) und 5 bis 6 Th. einer conc. Aufl. von Salzs. in W. (674); thut sie in einen Kolben, der ungefähr doppelt so viel als das Volumen dieser beiden Substanzen faßt; fügt an seinen Hals eine gekrümmte Röhre, wie sie zum Gasentbinden gebraucht wird; stellt den Kolben auf einen Ofen und läßt das Ende der Röhre unter den umgekehrten Trichter einer Wanne voll W. treten. Darauf legt man einige brennende Kohlen unter den Kolben und bald beginnt die Entbindung des Chlors; man fängt es in Flaschen voll W. auf, sobald alle atm. Luft aus den Gefäßen ausgetrieben ist, oder sobald man sieht, daß das sich entbindende Gas ganz auflöslich in einer wäßrigen Kaliauflösung ist. Sechzig Grammen Manganoxyd geben mehrere Litres Chlor her. Die Theorie dieser Operation ist sehr einfach; die Salzs. theilt sich in zwei Theile; der eine bringt durch seinen

Wsst. das Peroxyd auf den Zustand von Protoxyd zurück und der andre vereinigt sich mit diesem Protoxyd; außer dem Chlor muß man daher W. und ein salzs. Protoxyd erhalten, und so lehrt es in der That die Erfahrung.

Man kann sich auch Chlor aus einem Gemenge von Kochsalz oder Sodiumprochlorid, mit W. verdünnter Schwefels., und Manganperoxyd verschaffen; oft selbst zieht man dieß Verfahren dem vorigen vor. Man nimmt 1 Th. Manganperoxyd, 4 Kochsalz, 2 conc. Schwefels. und 2 W., welches man mit der S. mischt. Das Salz und das Oxyd werden zusammen in einem eisernen oder kupfernen Mörser gestoßen und in einen Kolben gebracht, welcher ungefähr das doppelte Vol. dieser vier Substanzen faßt. An den Kolben fügt man eine gekrümmte Röhre und verfährt übrigens wie vorhin. Man erhält Chlor, welches sich entbindet, schwefels. Sodiumprotoxyd und schwefels. Manganprotoxyd, welche im Kolben zurückbleiben. Man kann hiebei annehmen, daß ein Theil des W. zersetzt wird, daß sein Srst. das Sodium in den Zustand von Protoxyd bringt und daß sein Wsst. das Manganperoxyd auf die nämliche Oxydationsstufe zurückführt, oder daß das W., welches sich zersetzt, erst das Kochsalz (Sodiumprochlorid) in salzs. Protoxyd verwandelt; daß dieses salzs. Salz sein Oxyd an die Schwefels. abgiebt und daß dann die Salzs. auf das Manganperoxyd nach der eben erörterten Weise wirkt; oder endlich, daß der Srst. des Peroxyds sich direct mit dem Sodium verbindet. Vielleicht haben diese drei Wirkungen zu gleicher Zeit Statt. Jedenfalls verbinden sich die Protoxyde von Sodium und Mangan mit der Schwefels.; daher die beiden schwefels. Salze, die bei der Operation entstehen; daher auch die Entbindung des Chlors, indem dieses, vom Sodium getrennt, frei wird, und sich durch keinen Körper mehr festgehalten findet. Gewiß ist auch, daß, wenn man die Schwefels. nicht mit W. verdünnte, das übergehende Gas fast blos aus Salzs. bestehen würde, eine Erscheinung, die sich nur nach der zweiten Annahme wohl erklären läßt; denn man sieht daraus, daß nicht nur das W. zersetzt wird, sondern daß es auch dazu erforderlich ist, die Salzs., so wie sie sich bildet, festzuhalten und ihr Zeit zu geben, auf das Manganperoxyd zu wirken.*)

Auflösung des Chlors in Wasser. — Diese Aufl. wird in einem der drei Apparate (Taf. XVI.) vorgenommen. Man thut

*) Ein Verfahren, mittelst eines ganz einfachen Apparates wasserfreies Chlor, so wie andre wasserfreie Gasarten darzustellen, beschreibt Döbereiner in seiner pneumatischen Chemie. II. 3. S. im letzten Bande, Beschreibung der Kupfertafeln Art. Gasentbindungsapparat.

in den Ballon oder die Retorte die Stoffe, aus denen sich das Chlor entbinden läßt, nämlich ein Gemeng aus 4 Th. Kochsalz, 1 Th. Manganperoxyd, 2 Th. conc. Schwefels. und 2 Th. W., sich nach den obigen Erörterungen richtend. Man füllt die Flaschen fast ganz mit W. und, damit der Theil Chlor, welcher bis zum Ende des Apparats gelangt, keinen Uebelstand verursache, schüttet man in die letzte Flasche eine gewisse Quantität gelöschten Kalks oder Kali's oder läßt sie auch in eine Röhre ausgehn, welche aus dem Laboratorium heraustritt. Darauf thut man einige glühende Kohlen in den Ofen, so daß das Gas sich langsam entbindet, widrigenfalls man, da es nicht sehr aufl. ist, viel davon verlieren würde. Ein Hektogramme (ung. 7 Loth) Salz ist mehr als hinreichend, 10 bis 12 Litres (5 bis 6 hundert Cub. Zoll) W. mit Chlor zu sättigen. Die Operation dauert mehrere Stunden. Sie ist geendigt, wenn ungeachtet der Temperaturerhöhung sich fast kein Gas mehr entbindet (S. weiter oben die Theorie).

In der Anwendung auf die Gewerbe, wo man großer Quantitäten Chlor bedarf, thut man das W., in welchem sich dasselbe auflösen soll, in keine Flaschen; sondern bedient sich großer steinerner Wannen mit einem Beschlag von Kitt. Man läßt das gasförmige Chlor in den untern Theil der Wanne unter eine umgekehrte (mit dem Hohlen nach Unten sehende) Rinne treten, die sich mit einer großen Menge Schlangenwindungen bis zum Deckel erhebt. Die zahlreichen Berührungspuncte, die das Gas auf solche Weise mit dem W. erhält, befördern die Verbindung damit gar sehr, so daß höchstens nur eine sehr geringe Menge Gas der auflösenden Kraft des Wassers sich entziehen kann. Da indeß dieß Gas, bei seinem immer erneuerten Zuströmen, doch zu unbequemen Folgen Anlaß geben könnte, so fängt man es in einem umgekehrten Trichter auf, der über das obere Ende der Rinne angebracht ist und leitet es durch eine lange, an den Hals des Trichters gefügte, Röhre zur Werkstatt hinaus. Bei diesem Verfahren muß die untere Fl. weit eher gesättigt werden, als die obere, und wenn man flüssigen Chlors benöthigt ist, bedient man sich auch vorzugsweise desjenigen, welches sich auf dem Boden der Wanne befindet. Man zieht es durch einen Heber in die Höhe und ersetzt es durch eine gleiche Quantität W. (Ausführlicheres hierüber s. in den Élémens de teinture von Berthollet. 1 Vol. p. 220).

Die Aufl. des Chlors in W. hat den Geruch, den Geschmack und die Farbe des gasförmigen Chlors; sie wirkt eben so auf die Lackmustinktur und auf alle vegetabilische und thierische Stoffe. Bei einer T. von 2 bis 3 Grad unter Null, und noch mehr bei tiefern Temperaturen erzeugen sich darin blättrige dunkelgelbe Krystalle, die weit weniger W. und weit mehr Chlor als die Aufl. selbst enthalten, und

wenn man daher Chlor durch W. bei dieser T. streichen läßt, so wird weit mehr davon absorbirt, als bei einer höhern T., so daß die Fl. endlich zu Einer Masse gestehet, welche, wenn sie (bei nachmals erhöhter T.) tropfbar wird, ein ziemlich beträchtliches Aufbrausen in Folge des sich entbindenden Gasüberschusses zeigt. Endlich bewirkt die große V. des Chlors für den Wsfst., daß es, in W. aufgelöst, alle wasserstoffhaltigen Körper eben so gut zersetzt, als wenn es gasförmig wäre. Es zersetzt selbst unter Mitwirkung der Sonnenstralen oder der Rothglühhitze das W. und giebt in beiden Fällen zur Entstehung einer gewissen Quantität Salzs. und Entbindung von Sauerstoffgas Anlaß. Man muß deshalb die Chlorauflösung an einen dunkeln Ort stellen, da auch durch das verbreitete Tageslicht die Zersetzung endlich zu Stande kommt (273).

Gebrauch. — das Chlor, in W. aufgelöst, dient zum Bleichen der Gewebe von Baumwolle, Flachs und Hanf, des Papierteigs u. s. w.; auch bedient man sich desselben zum Wegbringen von Dintenflecken, zur Zerstörung von Ansteckungsstoffen pflanzlicher oder thierischer Natur (S. die Artikel: Bleichen und Räucherung).

Anwendung als Reagens. — Das Chlorgas dient 1) vorzüglich zur Entdeckung des ölbildenden Gases, indem diese beiden Gasarten, zu gleichen Theilen mit einander gemengt, sich verdichten und eine eigene ölartige, angenehm riechende und gewürzhaft schmeckende, im Wasser fast unlösliche Flüssigkeit (S. 171 a) bilden. — 2) zur Entdeckung des Kohlenwasserstoffgases, von welchem 1 Maß mit 2 Maß Chlorgas durch den elektrischen Funken entzündet unter Absetzung von Kohle sich in 2 Maß salzsaures Gas verwandeln. — 3) als Reagens auf Kohlenoxydgas, mit welchem es in vollkommen trockenem Zustande zu gleichem Volumen gemengt, am Tageslichte in einigen Stunden, am Sonnenlichte in einigen Minuten, ein eigenthümliches Gas, das sogenannte Phosgengas (293), bildet — 4) auf Arsenikwasserstoffgas, das unter Absetzung von metallischem Arsenik, der sich als dunkler Ueberzug an die Wände anlegt, in salzsaures Gas verwandelt wird. — 5) auf hydrothionsaures Gas, das gleichfalls unter Absetzung von Schwefel in salzsaures Gas verwandelt wird, das vom Sperrwasser verschluckt wird. — Das Chlorgas ist auch von Berzelius zur Zerlegung der Verbindungen des Nickels und Kobalts mit Schwefel und Arsenik (des Kupfernickels und Glanzkobalts, über welche dasselbe in einem angemessenen Apparat geleitet wird), mit Nutzen angewendet worden, ferner zur Zerlegung von Meteorsteinen, um ihr Chrom und ihren Schwefel zu oxydiren und in Chromsäure und Schwefelsäure zu verwandeln.

Das flüssige Chlor dient als Reagens 1) zur Entdeckung der

freyen Jodwasserstoffsäure, welche dadurch bräunlichgelb gefärbt wird, indem sie sich in Jod verändert. — 2) auf Chlorophyll, dessen Lösung in Alkohol oder Aether durch den Zusatz von Chlorwasser gelb gefärbt wird — 3) auf Eiweiß, das dadurch in weißen Flocken niedergeschlagen wird.

Wirkung auf den thier. Organismus. — Das Chlor eingeathmet, bringt, selbst wenn es mit viel Luft vermengt ist, Husten und Erstickungszufälle hervor, denen oft ein anhaltender Katarrh folgt. In zu großer Menge eingeathmet bewirkt es selbst Blutspucken, ja den Tod unter den heftigsten Schmerzen. Jedoch wird seine Verordnung zuweilen in der Heilkunst nöthig. Es ist das einzige Mittel, von dem sich etwas bei Erstickung, welche durch Schwefelwasserstoffgas veranlaßt worden ist, erwarten läßt (433). Einige Aerzte haben es auch innerlich (namentlich gegen faule, typhöse Fieber auch gegen Hundswuth) in tropfbarem Zustande angewandt. Es ist von Vortheil, sich Morgens und Abends die Hände damit zu reiben, wenn man an Orten wohnt, wo eine beständige Entwicklung von thierischen oder pflanzlichen Ansteckungsstoffen vor sich geht: es bleibt an den Händen haften und giebt zu einer schwachen Verdunstung dieses Gases während des Tages Anlaß. (S. Räucherung).

† Nach Hare soll, wenn die T. der Luft ungefähr 15° R. ist, die Hand beim Eintauchen in gasförmiges Chlor das Gefühl einer Hitze von 32 bis 55° R erhalten, obwohl das gewöhnliche Thermometer beim Eintauchen nicht afficirt wird. Hare vermuthet, es möge eine Art chemischer Wirkung zwischen dem Gas und der unmerklichen Hautausdünstung hiezu Anlaß geben (Americ. Journ. of scienc. III. p. 344. Ed. Phil. J. VI. p. 180).

Vom Jod, Jodine, (Jodum, Jode, J = 156, 223 *)

106. Das Jod wurde im J. 1813**) von Courtois (Salpeterfabrikanten zu Paris, zufällig) entdeckt. Gay-Lussac aber verdanken wir die Kenntniß der meisten seiner Eigenschaften, indem er nach seinen Versuchen fast die vollständige Geschichte desselben geliefert und zuerst dargethan hat, daß dieser neue Körper eine große Aehnlichkeit mit dem Chlor besitzt und sich als einfach betrachten läßt. (Ann. de Chim. t. XCI; Gilb. Ann. Bd. XLIX).***)

---

*) Nach Berzelius = 156, 67.

**) Oder vielmehr zu Ende des Jahres 1812. Im J. 1813 legte aber Clement diese Entd. zuerst dem Institut von Frankreich vor.

***) Eine Zusammenstellung über das Jod findet man in: Abhandlung

Physische Eigenschaften. — Das Jod ist bei der gewöhnlichen T. fest; von blättriger Gestalt, metallischem Glanze, graulichschwarzer und darin dem Graphit ähnlicher Farbe, zerreiblich.*) Sein spec. Gew. beträgt 4, 946 bei der T. von 16°, 5 (13°, 2 R). Es hat einen Geruch ähnlich dem des Chlors oder vielmehr des Chlorschwefels. Es besitzt in hohem Grade elektronegative Eigenschaften: wenn man daher eine Aufl. von Jodwasserstoffsäure der Wirkung des Voltaischen Apparats aussetzt, so begiebt sich das Jod nach dem positiven, der Wsst. nach dem negativen Pol.

Auf die Haut gebracht, färbt es sie gelb; welche Farbe wieder bei seiner Verflüchtigung verschwindet.

Chemische Eigenschaften. — Das Jod schmilzt bei 107° (85 $\frac{3}{4}$° R) und siedet bei ungefähr 175° (140° R); doch läßt es sich auch schon in kochendem W. mit überdestilliren.**) Der Dunst des Jod,

---

über das Jodin oder kurze Zusammenstellung aller bis jetzt über diesen Stoff gemachten Erfahrungen, mit Rücksicht auf die officinellen Präparate und ihre Anwendung. Von Valentin Jos. Molitor. Köln am Rhein. Bei Bachem 1824. VI. und 82 Seiten.

Berzelius betrachtet übrigens das Jod, entsprechend wie das Chlor, als einen zusammengesetzten Körper und nennt es Jodsuperoxyd, mit der Bemerkung, daß es vielleicht bei Entdeckung einer neuen Oxydationsstufe diesen Namen mit Jodsuperoxydul würde vertauschen müssen.

*) Oft bekommt man das Jod in Schuppen, ähnlich denen des glimmerartigen Eisenerzes, und manchmal in rhomboedrischen sehr großen und glänzenden Tafeln. Man hat es auch dargestellt in verlängerten Octaedern von kaum $\frac{1}{2}$ Zoll Länge. Dr. Wollaston hat dargethan, daß sich die Axen derselben zu einander verhalten, wie die Zahlen 2, 3 und 4. Sein Bruch ist blättrig. (Nach Van Mons, wenn etwas Jod in Salzs. aufgelöst und Ammoniak über die Aufl. gegossen wird, so daß sich die beiden Flüssigkeiten nicht vermischen, krystallisirt das Jod in kurzer Zeit zwischen den beiden Flüssigkeiten in schönen Pyramiden, mit nach der Oberfläche der Flüssigkeiten gekehrten Grundflächen (Ed. phil. journ. III. 404). Der Geschmack des Jods ist sehr brennend, ungeachtet seiner geringen Auflöslichkeit in W. Nicht nur im Geruch sondern auch in der Fähigkeit, die Pflanzenfarben zu zerstören, ähnelt es in hohem Grade dem verdünnten wäßrigen Chlor. Es löst sich in 7000 W. auf. Die Aufl. hat eine orangegelbe Farbe und färbt, in geringster Quantität angewandt, die rothe Stärke purpurfarben. Das Jod ist ein Nichtleiter der El. Wird die Voltaische Kette durch ein kleines Stückchen Jod unterbrochen, so hört die Wasserzersetzung augenblicklich auf. (Handwörterbuch der pract. Chemie von Ure, 4te Lief. S. 593).

**) Auch in gewöhnlicher T. schon verdunstet das Jod mit W. befeuchtet (Pfaff an. Chem. I. 60).

Nach Wollaston verdunstet das Jod überhaupt schon bei der gewöhnlichen T. in offenen Gefäßen. Breitet man Jod dünn auf einer Glastafel aus und visirt mit dem Auge über die Fläche, so wird der violette Dunst sehr deutlich bei einer T. von 100° F. Läßt man es in der offenen Luft stehen, so verflüchtigt es sich schnell gänzlich, selbst bei 50 oder 60° F. Bewahrt man es in einer, mit einem gewöhnlichen Korke verschlossenen, Fla-

dessen Dichtigkeit durch Berechnung gleich 8, 693 gefunden worden ist, zeigt sich immer von schön violetter Farbe; wie sich leicht beobachten läßt, wenn man es auf irgend eine Art erhitzt entweder in einem Ballon oder auf glühenden Kohlen. Daher auch der Name Jod oder Jodine, den es nach Gay-Lussac's Vorschlag führt, und welcher von ἰώδης, violaceus, d. i. veilchenfarben, herkommt.

Mit dem schon gasförmigen Srst. vermag es sich nicht zu verbinden, wohl aber mit dem, in Entwickelung begriffenen, Srst., wo es dann eine Säure, die Jodsäure, bildet. Seine V. zum Wsst. scheint sehr groß zu seyn; es entzieht denselben einer großen Menge von Körpern und verschluckt ihn bei erhöhter T. in Gasform; woraus in allen Fällen eine sehr bemerkenswerthe Verbindung, eine neue Säure nämlich, hervorgeht, die blos aus Wsst. und Jod besteht, und welche zum Unterschied von der vorigen, die aus Jod und Srst. besteht, den Namen Jodwasserstoffsäure oder Hydriodsäure führt.

Unter den übrigen nicht metallischen Körpern verbindet es sich noch mit dem Schwefel, dem Phosphor, dem Chlor, dem Stickst.; auch mit fast allen Metallen. Von diesen verschiedenen Zusammensetzungen werden wir indeß erst in der Folge handeln, (188 bis und 148).

Natürliches Vorkommen und Zubereitung. — Das Jod wird in der größten Zahl Fucusarten*) gefunden, welche am Meeresufer wachsen und nach Fife auch im Badeschwamm. (Ann. de Chim. et de Phys. t. XII. p. 400). Das wohlfeilste Material zu seiner Bereitung ist die beim Seifensieden mit Varec oder Kelp zurückbleibende Mutterlauge. Es scheint nach Gaultier de Claubry (Ann. de Chim. t. XCIII, p. 75), daß diese Mutterlauge, welche man so erhält, daß man die verschiednen Fucusarten, welche reichlich am Meeresufer der Normandie u. s. w. wachsen, verbrennt, die Asche auslaugt, die Fl. zu wiederhohlten Malen concentrirt, (und die abgesetzten Krystalle heraus nimmt) bis endlich nichts mehr anschießen will, daß diese Fl. das Jod mit Wsst. und Kali verbunden im Zustande von jodwasserstoffsaurem Kali enthält.**)

---

sche auf, so verschwindet es auch, während der Kork mürbe wird, und eine bräunlichgelbe Farbe erlangt. (Ure Handw. der pr. Chem. IV. Lief. S. 593).

*) Bis jetzt in folgenden: Fucus cartilagineus, membranaceus, filamentosus, rubens, nodosus, serratus, siliquosus, palmatus, filum, digitatus, saccharinus, ferner in Ulva umbilicalis, Pavonia linza.

**) Von Chevalier wurde hydriodsaures Natrum in der Asche der Sepieneier gefunden. Virey vermuthet, daß die Purpurschnecken und andre Mollusken ihre ins Violette sich ziehende Farbe dem Jod verdan-

Wie dem auch sey, so gewinnt man das Jod, indem man in die, auf die beschriebene Weise erhaltene, Mutterlauge*) einen Ueberschuß von conc. Schwefels. schüttet und die Fl. eine Zeitlang in einer gläsernen, mit einer Vorlage versehenen, Retorte sieden läßt: die Schwefels. bemächtigt sich der Basis des hydriodsauren Salzes und des Wssts der Hydriodsäure, so daß schwefels. Kali, W., schwefelige S. und Jod erzeugt wird. Dieses verflüchtigt sich unter Gestalt sehr schöner violetter Dämpfe, geht in die Vorlage mit einer gewissen Quantität S. über und verdichtet sich dort in krystallinische Blättchen, welche das Ansehn des Graphits haben [1]). Um es zu reinigen, muß

---

ken, zumal da sie sich; um Theil von jodhaltigen Tange nähren. Besondrer Aufmerksamkeit der Chemiker empfiehlt er die schöne jodblaue Helix ianthina L., welche beim Berühren eine dicke Flüssigkeit von der Farbe und dem scharfen Geschmack einer Jodauflösung im Meerwasser um sich verbreitet. Schw. J. 1822. VI. N. R. 2. 142. Auch noch viele andre Schaalthiere geben solche Flüssigkeiten, so Buccinum lapillus, patulum, echinophorum, reticulatum; Murex brandaris, trunculns u. a.

Wirklich hat auch Balard (Ann. de ch. et de ph. févr. 1825. p. 180), in mehrern Seemollusken, sowohl nackten, als schaaligen, Jod entdeckt, so in den Doris, den Venus, den Austern u. s. w., in mehreren Seepolypen und Seegewächsen, den Gorgonien, der Flustra marina, und namentlich auch in der Mutterlauge von Salz aus dem mittelländischen Meere, dagegen vor ihm vergebens nach Jod im Meerwasser gesucht wurde. Er vermuthet, daß es als jodwasserstoffsaures Salz darin enthalten sey. Chevreul fand Jod in den Kopfknochen des Krebses und großen Hummers, keins in denen des gewöhnlichen Hummers. — Von Dr. Straub in Hofwyl wurde Jod in der Torfasche entdeckt.

Im Mineralwasser zu Sales in Piemont, welches gegen Kröpfe wirksam ist, wurde von Angelini Jod entdeckt, welches an Kali gebunden zu seyn schien (Schw. J. 1822. VI. N. R. 319.). In den Schwefelwässern von Castelnuovo d'Asti fand Cantu Jod im Zustande eines jodwasserstoffsauren Salzes, und er vermuthet es in allen natürlichen Schwefelwässern, welche zugleich salzsaure Salze enthalten. (Archive gén. de méd. oct. 1824. 273). Krüger fand die Mutterlauge der Sülzer und Meißner die der Hallischen Salzsoole (Schw. K. XIII. N. R. 1825. S. 23); Fuchs die der Innthaler in Tyrol (Repert. für die Pharm. XIV. 2 H.) ebenfalls jodhaltig.

*) Der sich vorzüglich zur Jodbereitung empfehlende Kelp hat eine dunkelbläulich - graue Farbe, wird an der Luft feucht und schwarz, ist leicht zu pulvern, in seinem Innern porös und zellig, von erdigem Bruch und stößt mit W. oder verdünnter S. befeuchtet einen Geruch nach Schwefelwasserstoffgas aus. (Pfaff anal. Chem. I. 59).

1) Da in der Mutterlauge des zu Paris verkäuflichen Kelps außer dem hydriods. Kali auch noch salpeters. und salzs. Kali und Natrum vorhanden sind, und da diese beiden letztern Arten Salze auch ihre Basen an die Schwefels. abgeben, so müssen ihre Säuren nothwendig frei werden. Da sich aber diese anderseits wechselseitig zersetzen und dadurch W., Chlor und salpeters. Gas, welches roth ist, bilden, so folgt, daß wenn man sich dieser Mutterlauge bedient, erst ein starkes Aufbrausen und röthliche Dämpfe erscheinen müssen, welches in der That der Fall ist.

man es waschen, mit W. mengen, welches etwas Kali enthält und von Neuem destilliren. Um es dann trocken zu erhalten, preßt man es zwischen zwei Blättern Filtrirpapier, welche man, so oft es erforderlich ist, erneuert; endlich bringt man es in eine, an einem Ende verschlossene, Röhre, drückt es hinein und schmilzt es.

Wir glauben, daß sich statt des hier beschriebenen Verfahrens mit Vortheil das von Wollaston angegebene würde anwenden lassen, welches vom vorigen nur darin unterschieden ist, daß man, so wie das sich zuerst zeigende Aufbrausen vorüber ist, in die Retorte eine gewisse Quantität Braunstein (Manganperoxyd) bringt. Da dieß Oxyd sehr leicht einen Theil seines Srsts an den Wsst. der Jodwasserstoffs. abgiebt, so kommt die Operation in kurzer Zeit zu Stande.*)

Anwendung. — Das Jod wird in den Laboratorien zu mehrern Zubereitungen angewandt so wie auch als Reagens auf das Stärkmehl. Als Arzeneimittel hat sich Coindet desselben zuerst mit Erfolg gegen die Kröpfe bedient, theils in Weingeist (der mehr als W. davon auflöst) aufgelöst, theils als jodwasserstoffs. Kali oder jodirtes jodwasserstoffs. Kali.**)

---

*) Nähere Beschreibung dieses Verfahrens. Man laugt den Kelp auf einem Filtrum von Leinwand mit dem 4fachen Gewicht W. aus, das man drei oder viermal darauf zurückgießt Die erhaltene Lösung wird verdampft, so lange sich noch Krystalle bilden, die sorgfältig entfernt werden. Die unkrystallisable Mutterlauge wird zur Trockniß abgedampft, gröblich gestoßen in einer flachen Schale mit $\frac{1}{2}$ Schwefels. und $\frac{1}{2}$ Braunstein gelinde erhitzt, um den größten Theil der Salzs. und Schwefelwsstsäure zu verflüchtigen. Sie wird alsdann in eine Retorte gebracht, die fast ganz mit Sand umgeben, und durch einen Vorstoß mit einer Vorlage verbunden ist. Die Sandkapelle wird nach und nach erhitzt, wo dann das Jod in violetten Dämpfen verflüchtigt wird, die sich in dem Vorstoße und der Vorlage in fester Gestalt anlegen. Arbeitet man mit größern Quantitäten, so kann man die zur Trockne verdampfte Mutterlauge des Kelps in einen Schmelztiegel bringen und sie einer gelinden Rothglühhitze aussetzen. Wenn die Masse zu schmelzen beginnt, so erscheint eine leckende bleichblaue Flamme, nach deren Verlöschen man die geschmolzene Masse ausgießt und wie oben behandelt. (Pfaff anal. Chem. I. 59. Accum im Schw. J. XI. 273 und Wollaston ebendas. S. 465).

**) Zur einfachen Jodtinctur nimmt man 48 Gran reines Jod auf 1 Unze Alkohol und giebt täglich 2 bis 3 mal 10 Tropfen davon in Zuckerwasser. Eben so reicht man die Aufl. von 48 Gran des jodwasstfs. Kalis in 1 Unze Alkohol oder Wasser und einige Tropfen weniger von der Aufl. von 48 Gr. jodirten jodwsstfs. Kali in 1 Unze Weingeist. Besorgt man Nachtheile von der innern Anwendung, so kann man die Präparate des Jods auch mit Erfolg äußerlich gegen den Kropf anwenden. $\frac{1}{2}$ Drachme jodwsstfs. Kali auf $1\frac{1}{2}$ Unze frisches Fett reibt man Haselnußgroß Morgens und Abends in den Kropf ein, bis die Portion absorbirt ist. — Auch die gebrannte Schwammkohle scheint ihre Wirksamkeit gegen den Kropf dem in ihr enthaltenen Jod zu verdanken. Außer gegen den Kropf hat man das Jod noch gegen Unterdrückung der Menstruation und daher rührende Bleichsucht, ge-

Nach Orfila bewirkt das Jod Ulceration der Magenschleimhaut und Tod, wenn es in der Dosis eines bis anderthalb Grans gegeben wird, (er rechnet es daher zu den ätzenden Giften).

Reaction des Jods. — Das Jod ist ein vorzügliches Reagens auf Stärkmehl, so wie dieses umgekehrt auf Jod. Um zu entscheiden, ob ein Pflanzenstoff wahre Stärke sey, braucht man ihn nur mit etwas W. zu befeuchten und ein paar Flitterchen Jod hinzuzubringen. Die weiße Substanz wird sogleich eine blaue Farbe annehmen und in zugegossenem Wasser durch Umrühren zertheilt dieses sehr schön blau färben. Ist die Menge des Jods gegen die Stärke groß, so entsteht eine indigblaue, bei weniger Jod eine violette, und bei noch geringerm Verhältnisse eine blaßröthliche Farbe. Ist die Stärke durch Kochen in W. aufgelöst, so wird die Lösung durch Schütteln mit Jod allmälig blau. Geistige Jodtinctur, zu trockner Stärke hinzugethan, bringt diese Farbe nicht hervor, die aber sogleich auf den Zusatz von Wasser eintritt. Die blaufärbende Eigenschaft des Jods ist so ausschließlich auf das Stärkmehl im engern Sinne eingeschränkt, daß selbst vegetabilische Substanzen, welche der Stärke sehr nahe kommen, wie das Inulin, die Stärke des isländischen Mooses, der Traganthstoff nicht dadurch gefärbt werden.

Die Stärke ist ihrerseits ein so empfindliches Reagens für Jod, daß sie durch ihre röthliche Färbung $\frac{1}{200000}$ bis $\frac{1}{250000}$ Jod in einer Auflösung auf der Stelle, und bei Mengen, die nur $\frac{1}{350000}$ bis $\frac{1}{400000}$ betragen, wenigstens innerhalb einiger Minuten anzeigt. (Stromeyer in Gilb. Ann. N. F. XIX. S. 146).

† Zu bemerken ist, daß der größere Theil der Körper, die für sich oder durch Zwischenwirkung des Wassers Wasserstoff hergeben, das Jod in Jodwasserstoffsäure verwandeln, wo dann die Färbung nicht mit dem Stärkmehl eintritt. Namentlich sind die schwefelige S., der Schwefelwsst., ein fast beständiges Product der Einäscherung organisirter Körper, welche schwefelsaure erdige oder alkalische Salze enthalten, geneigt, diese Wirkung hervorzubringen.

---

gen Stockungen in den Ovarien und den Brustdrüsen, gegen männliches Unvermögen und gegen Skropheln empfohlen. — Merkwürdig ist, daß das Jod nicht nur auf die Thymusdrüse, sondern auch auf die Brüste verkleinernde Wirkungen zeigt. Nach Jörgs Versuchen (Materialien zu einer künftigen Heilmittellehre u. s. w. I. 473) äußert die Jodtinctur eine sehr stark stimulirende Wirkung auf die Verdauungswerkzeuge; indem starke Vermehrung des Appetits, vermehrte Darmausleerungen, Kollern im Unterleibe und außerdem ein drückender Kopfschmerz die Symptome waren, welche mehrere gesunde Personen nach dem Einnehmen derselben übereinstimmend an sich beobachteten.

† Zur Abhülfe dieses Uebelstandes kann man Chlor zusetzen, welches den Wsst. begierig anzieht. Wenn man es jedoch in Ueberschuß zusetzte, so würde die blaue Farbe ebenfalls zerstört werden, weil das wäßrige Chlor aus der blauen Verbindung das Stärkmehl gelblich abscheidet. Balard fand daher folgendes Verfahren am zweckmäßigsten, mittelst dessen er das Jod in mehrern Körpern, wo es bisher noch nicht aufgefunden war, entdeckte. (Ann. de ch. et de ph. Février 1825. p. 119).

† Nachdem man die jodhaltige Fl. mit Stärkmehl und mit Schwefels. (welche verdünnt die blaue Farbe ungeändert läßt), vermischt hat, gieße man behutsam eine kleine Menge wäßrige Chlorlösung darüber; diese Fl. mischt sich wegen ihres geringern spec. Gewichts nicht mit der vorigen, und man sieht an dem Puncte, wo sie sich berühren, einen blauen Gürtel erscheinen, der, wie schwach er auch seyn mag, doch nicht mißverkannt werden kann, da seine Farbe gegen die vollkommene Durchsichtigkeit der untern und obern Schichten absticht. Schüttelt man das Gefäß leicht, so daß ein Theil der untern Fl. mit ein wenig von der darüber schwimmenden Chlorlösung vermischt wird, so entwickelt sich die blaue Farbe in dem Theile, mit welchem das Chlor in Berührung kommt. Wollte man aber beide Flüssigkeiten vollkommen unter einander schütteln, so würde die blaue Farbe sofort verschwinden, wenn das Chlor im Ueberschuß vorhanden wäre.

† Vermöge seiner empfindlichen Wirkung auf die Stärke kann auch das Jod ein Mittel abgeben, zu prüfen, ob Gläser wirklich luftdicht verschlossen sind. Man nehme irgend ein Glas mit einem gut eingeschmirgelten Glasstöpsel, welches etwas Jod enthält, verbinde dasselbe, lege auf die Tectur kleine Stärkestücke, bedecke dieselbe mit einer Glasglocke und überlasse das Ganze sich selbst. Nach einer oder einigen Wochen wird die Stärke sich blau oder violet gefärbt zeigen: welches zu beweisen scheint, daß sich auf solche Art überhaupt keine luftdichte Verschließung erhalten läßt.

† Nach Lampadius (Frorieps Notizen I. Bd. S. 38) soll auch der Schwefelkohlenstoff ein so empfindliches Reagens für Jod seyn, daß 1 Th. Jod noch 28 160 Theile Schwefelkohlenstoff roth färbt.

2) Ist das Jod ein Reagens für das Inulin, mit welchem es eine grünlichgelbe Verbindung bildet, die mit der Zeit blaßgelb wird. Doch ist diese Reaction weniger sicher, da auch die stickstoffhaltigen Materien des Pflanzenreichs, und die meisten Substanzen der Thierkörper, wie namentlich Wolle, Seide, Federn durch das Jod gelb gefärbt werden.

Vom Stickstoff, Azot, (Azotum, Azote, A = 17,705).

107 bis. Natürliches Vorkommen, Geschichte. — Obwohl der Stickst. $\frac{4}{5}$ vom Volumen der Atm. bildet, obwohl er in die Zusammensetzung mehrerer pflanzlichen und der meisten thierischen Stoffe eingeht*), und einer der Bestandtheile des salpeters. Kalis, salpeters. Kalks und der salpeters. Magnesia ist, welche sich an allen feuchten und von Thieren bewohnten Orten bilden, so ist er doch erst seit 1775 bekannt. Seine Entdeckung gebührt Lavoisier, der sie einige Zeit nachher machte, als Priestley das Srstgas entdeckt hatte. Als er die atm. L. der chemischen Analyse unterwarf, fand er sie hauptsächlich aus Srst. und Stickst. gebildet; eins der bemerkenswerthesten Resultate, welches auf eine Menge Erscheinungen das hellste Licht warf und einen unberechenbaren Einfluß auf die Fortschritte der Chemie gehabt hat.

Einige Chemiker haben auch wohl den Stickst. Nitrogen, Alkaligen, atmosphärische Mofette, Septone genannt.

Eigenschaften. — Der reine Stickstoff ist immer gasförmig, farb=geruch=geschmacklos. Brennende Körper verlöschen darin; sein spec. Gew. ist 0,9757. Die Wärme dehnt ihn aus, die Kälte verdichtet ihn, aber ohne ihn auf eine andre Aggregationsstufe zu bringen. (Vom W. wird er nur in sehr geringer Menge absorbirt: 100 Volumtheile Wasser nehmen bei 18° C. 4, 2 Vol. Stickgas auf; es kann also über W. aufgefangen werden; eben so viel nehmen 100 Vol. Alkohol von 0,840 auf. Kalkwasser verschluckt nicht mehr davon als gemeines W.). Sein Lichtbrechungsvermögen ist schwach; (verhält sich zu dem der atm. L. wie 1,03408 zu 1,00000). Gasförmig zeigt es bei keiner T. Wirkung auf das Srstgas. Jedoch weiß man, daß es Verbindungen zwischen dem Srst. und Stickst. giebt, ja man kennt deren nicht weniger als fünf; aber nur durch Mittel, von denen wir weiterhin handeln werden, lassen sich diese Verbindungen bewerkstelligen; namentlich indem man diese beiden Körper im Zustand von entstehendem Gase einander darbietet. Auch verbinden sich Srstgas und Stickstgas nicht, wenn sie zusammengebracht werden; sie können sich höchstens nur mengen; und ihre Mengung hat in allen Verhältnissen Statt. Eins dieser Gemenge, bestehend aus 79 Vol. Stickstgas und 21 Vol. Srstgas nebst etwas Wasserdunst und kohlens. Gas bildet die atm. L.

---

*) Die Luft in der Schwimmblase der Karpfen ist fast reines Stickgas, indem sie nach Biot nur 0,03 Srstgas enthält. Die Luft in den Schwimmblasen andrer Fische hält öfters 0,70 bis 0,87 Srstgas; und der Antheil davon scheint um so größer zu seyn, in je beträchtlicherer Tiefe das Thier lebt.

Außer dem Srst. vermögen sich noch sechs andre einfache Körper mit dem Stickst. zu verbinden: nämlich der Wsst., der Khlst., das Chlor, das Jod, das Kalium und das Natronium, (der Schwefel?). Von diesen Verbindungen wird erst in der Folge die Rede seyn (189 und 249 bis).

Gewinnung. — Man verschafft sich das Stickstgas aus der atm. L. Zu diesem Zweck thut man 2 bis 3 Grammen Phosphor in einen Scherben, der auf die Oberfläche von W. gelegt ist, zündet den Phosphor an und stürzt über den Scherben eine große Glasglocke voll atm. L. Eine lebhafte Verbrennung tritt ein; es entstehen sehr dicke Dämpfe von Phosphorsl., welche sich bald auflösen. Das W. steigt in die Höhe und der Phosphor verlischt.

Da das übriggebliebene Gas noch etwas Sauerstoff enthält, so muß man diesen noch vollends verschlucken lassen, welches man dadurch bewerkstelligt, daß man in die Glocke einige Phosphorstengel, an das Ende hohler Glasröhren befestigt, bringt und sie mehrere Stunden oder vielmehr so lange darin läßt, bis sie keine Dämpfe mehr verbreiten oder im Dunkeln nicht mehr leuchten. Dies ist jedoch noch nicht hinreichend; denn der Phosphor verschluckt wohl den Srst., nicht aber die Kohlensl., welche in der atm. L. enthalten ist: daher wird es nöthig, alles Gas aus der Glocke in Flaschen voll W. steigen zu lassen, so daß sie fast ganz damit angefüllt werden; etwas festes Kali hineinzubringen, sie zu verstopfen und einige Minuten lang zu schütteln. Das Kali löst sich auf und bemächtigt sich schnell der Kohlensl.; ja es gewährt noch den Vortheil, auch eine kleine Quantität Phosphordunst an sich zu ziehen, den das Stickstgas zurückhalten könnte, so daß man nach allen diesen Operationen sicher seyn kann, das Stickstoffgas vollkommen rein erhalten zu haben.

† Es giebt noch mehrere Methoden, Stickgas zu bereiten: a) wenn man atm. L. in einer gut zugestopften Flasche mit etwas Bleyamalgam schüttelt; b) wenn man abgesperrte atm. L. hinreichend lange über frisch ausgeglühten Holzkohlen stehen läßt, von denen nebst dem Srstgas auch das kohlensl. Gas und ein großer Theil des Wasserdampfes absorbirt wird; c) wenn man eine nicht sehr concentrirte Aufl. von salpetrigsl. Ammoniak in W. kocht; d) wenn man Ammoniakgas mittelst Chlorgas zerlegt; e) wenn man mageres Fleisch oder Leim mit dem vierten Theile gewöhnlichen Scheidewassers übergossen bis auf 20 oder 32° R. erhitzt. Das entwickelte Stickgas ist hier mit etwas oxydirtem Stickgas verunreinigt, von dem es durch Schütteln mit grüner Eisenvitriollösung befreit wird. Wird die Wärme bei dieser Operation viel über den genannten Grad erhöht, so erhält man fast kein Stickgas. (Scholz Chem. I. 114 u. f.).

Nutzen. — Das Stickgas ist ohne Nutzen in den Gewerben und der Medicin*). In den Laboratorien wendet man es zuweilen an, aber blos um Körper außer Berührung mit atm. L. auf einander wirken zu lassen. In der Natur dagegen spielt der Stickst. eine sehr wichtige Rolle, indem sich die thierischen Stoffe von den vegetabilischen blos durch ihren Stickst. unterscheiden; daher ein Thier, dem die Einnahme von Stickst. verwehrt würde, zuletzt erschöpft werden und sterben müßte.**)

Von der atmosphärischen Luft und den Gasarten im Allgemeinen.

107. Gesetzt es gebe anfangs keine Anziehungs- und keine Abstoßungskraft; alle Elemente des Erdkörpers seyen unter einander gemengt, und nun erst trete die Anziehungskraft und der Wärmestoff (als Princip der Abstoßungskraft der Theilchen gegen einander) hervor. Alle Elemente werden sofort auf einander zu wirken anfangen und sich chemisch mit einander zu verbinden streben. Drei Arten von Körpern werden dadurch entstehen; feste, tropfbarflüssige und gasförmige. Die festen werden die Mitte des Erdkörpers einnehmen; die tropfbaren werden sich an der Oberfläche desselben verbreiten und seine Spalten ausfüllen; die gasförmigen endlich werden um die vorigen eine mehr oder minder dichte Schicht bilden. Diese Schicht wird nichts anders seyn, als das, was wir Atmosphäre nennen, und die Fl., aus welcher sie besteht wird die atmosphärische Luft heißen. Hienach muß also die atm. L. alle Körper enthalten, welche vermögend sind, bei der gewöhnlichen T. im Gaszustand zu verbleiben, diejenigen ausgenommen, welche durch Eingehen gewisser Verbindungen fest oder tropfbar werden können.

107 bis. Geschichtliches. — Die Alten, an deren Spitze

---

*) Eine Stickstoffatmosphäre wirkt beim Einathmen nicht positiv schädlich auf den Organismus, wie Kohlen- und Schwefelwsst., sondern als ein ganz indifferentes Gas blos durch Erstmangel.

**) Man ist noch nicht entschieden darüber, ob beim Einathmen auch Stickst. in den Körper übergeht. Die gewöhnliche Annahme ist, daß dies nicht der Fall sey; jedoch nach Edwards Analyse der Versuche von Allen und Pepys scheint sich zu ergeben, daß das wieder ausgeathmete Stickgas wirklich erst vom Blute oder wenigstens den Lungen aufgenommen war (Gilb. Annal. XXIII. 4.; Journ. de phys. par Magendie. 1823. Janv. 19).

Aristoteles*) steht, betrachten die atm. Luft als ein Element. Die Versuche von Jean Rey, einem Arzte, geb. zu Bugue in Perigord, welche im J. 1630 bekannt gemacht wurden, waren es, welche auf die Bahn seiner Zersetzung leiteten.

Da Brun, Apotheker zu Bergerac, gefunden hatte, daß das Zinn bei der Calcination an Gewicht zunahm, so fragte er Jean Rey um die Ursach dieser Erscheinung: dieser, nach Wiederholung und Abänderung der Brunschen Versuche, erwiederte, sie beruhe auf einer Verschluckung von Luft; eine um so kühnere Antwort, da man damals der Luft noch keine Schwere zuschrieb. „Ich antworte und behaupte kühnlich (glorieusement), daß diese Gewichtszunahme von der Luft herrührt, die im Gefäße durch die heftige und lange anhaltende Hitze des Ofens verdickt, schwer und einigermaßen anhaftend gemacht worden ist (qui a esté espessi, appesanti et rendu aucunement adhésif); welche Luft sich auch (unter Mithülfe häufigen Schüttelns) mit dem Kalk vermischt und an seine kleinsten Theilchen anhängt: nicht anders, als das Wasser den Sand schwerer macht, den man hineinwirft und darin schüttelt, indem es auch das kleinste Sandkorn netzt und daran haftet. Ich glaube, daß viele beim bloßen Anhören dieser Antwort sich aufs äußerste dagegen ereifert haben würden (se feussent effarouchées), wenn ich sie gleich Anfangs gegeben hätte, die ihr nun gern Beifall geben werden, nachdem sie durch die ins Auge springende Wahrheit der obigen Versuche gleichsam gezähmt und beschwichtigt worden sind (estant comme apprivoisées et renduës traitables). Denn die, deren Gemüther die vorgefaßte Meinung hegten, die Luft sey nicht schwer, hätten sich unstreitig gleich gewaltig dagegen aufgelehnt (eussent bondi à l'encontre). Warum (hätten sie gesagt), zieht man nicht Hitze aus der Kälte, Weiß aus dem Schwarz, Helligkeit aus der Finsterniß; wenn man doch aus der Luft, einem nicht schweren Dinge, soviel Schwere ziehen kann?" (S. Essai de Jean Rey, mit Noten von Gobet, p. 66). Obwohl Jean Rey seine Meinung so bestimmt ausspricht, scheinen doch die neuen und fruchtbaren Ideen, welche sein Werk enthält, fast anderthalb Jahrhunderte hindurch in Vergessenheit geschlummert zu haben. Es war Bayen aufbehalten, sie daraus hervorzuziehen. Dieser, durch seine schönen Versuche über die Calcinirung des Queckſilbers, ohne jedoch Rey's Schriften zu kennen, dahin geleitet, anzunehmen, daß die Metalle bei der Calcination an Gewicht zunehmen und daß diese Zunahme auf einer Absorption von Luft beruht, brachte dadurch in Erinnerung, daß

---

*) Richtiger wird Empedokles als Schöpfer der Lehre von den 4 Elementen, Feuer, Wasser, Luft und Erde betrachtet.

jener gelehrte Physiker anderthalb Jahrhunderte zuvor schon die nämliche Ansicht ausgesprochen nnd dargethan hatte. Jedoch blieb noch zu entdecken übrig, ob die Luft ganz durch die Metalle, welche man calcinirte, verschluckt würde; eine Entdeckung, an welche sich dann viele andre anreihten. Dieß sah Lavoisier ein, und von hier aus giengen seine großen Arbeiten aus. Er zeigte durch vielfache und unwiderlegliche Versuche, daß nur ein Theil der atm. Luft durch die Metalle absorbirt wird; daß die atm. Luft wenigstens aus zwei elastischen Flüssigkeiten, aus Sauerstoffgas und Stickstoffgas besteht, und daß die verbrennlichen Körper hievon blos das Sauerstoffgas verschlucken. Er untersuchte nach und nach die Producte aller Verbrennungen, erklärte mit seltenem Scharfsinn alle dabei vorkommenden Erscheinungen, und gelangte im Verlauf einiger Jahre zur Gründung einer ganz neuen Theorie, welche durch alle weitern Entdeckungen nur bestätigt worden ist. Ein andrer, nicht minder ausgezeichneter, Chemiker beschäftigte sich mit ihm zu gleicher Zeit mit der Analyse der atm. Luft und gelangte seinerseits zu denselben Resultaten: dieß war Scheele, der den Ruhm, der Schöpfer der neuen Theorie zu seyn, mit Lavoisier getheilt haben würde, hätte ihn nicht ein vorzeitiger Tod den Wissenschaften entrissen. Lavoisier nahm 27 bis 28 Volumtheile Srst. in der atm. Luft an: Scheele noch mehr. Beide Quantitäten aber sind zu stark: die atm. Luft findet sich aller Orten aus 21 Vol. Srst. und 79 Vol. Stckst. und einigen Atomen Kohlens. und W. zusammengesetzt, wie die Versuche von Cavendish und Davy in England, von Bertholle t in Frankreich und in Aegypten, von de Marty in Spanien, von Beddoez über Luft, welche von den Küsten Guinea's gebracht war, und namentlich die von Humboldt und Gay-Lussac über Luft, 6900 Meter (21234 Fuß) hoch über der Erde bei einer Luftfahrt hergeholt, darthun. Seit den zwanzig Jahren, wo man eine genaue Analyse der atm. Luft angestellt hat, hat man keine Veränderung im Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff darin beobachtet. Wird dieß Verhältniß immer das nämliche bleiben? So viel unablässig sich erneuernde Ursachen vermögen es zu stören, daß man sich für die Verneinung der Frage entscheiden möchte. Diese Ursachen haben ihre Quelle vorzüglich im Athmen und der Verbrennung, Processen, welche auf der Erde beständig vor sich gehen, und nicht anders Statt haben können, als durch Verschluckung eines Theils Srst. der atm. Luft. Allerdings entbinden die Vegetabilien bei ihrem Wachsthum und unter dem Einfluß des Lichts unaufhörlich Srst. in die atm. Luft; so daß, wenn dieselbe Srst. an manche Körper abtritt, sie dagegen auch Srst. von andern wieder empfängt; findet aber wohl Compensation Statt? Gesetzt dieß wäre nicht der Fall,

wovon wenigstens die Möglichkeit vorhanden ist, wird die Sauerstoffquantität zu- oder abnehmen? Unstreitig eine Frage von großem Gewicht, deren Lösung sich jedoch erst nach Verlauf mehrerer Jahrhunderte ergeben kann, des enormen Volumens Luft wegen, womit unser Planet umgeben ist *).

108. Physische Eigenschaften. — Die atm. Luft ist durchsichtig, unsichtbar, geruch- und geschmacklos, sie besitzt Schwere, Zusammendrückbarkeit und vollkommene Elasticität. Sie bildet um die Erde eine Schicht, deren Höhe ungefähr 15 bis 16 Lieus (9 bis $9\frac{3}{5}$ geogr. Meilen zu betragen scheint **). Die Durchsichtigkeit, Unsichtbarkeit, Geruch- und Geschmacklosigkeit der atm. Luft sind jedermann bekannt; nicht so ihre Schwere und Zusammendrückbarkeit.

109. Schwere der atm. Luft. — Die Schwere der Luft, von einigen alten Philosophen vermuthet, nachher aber allgemein geläugnet, wurde von Galilei im J. 1640 entdeckt und von Torricelli und Pascal außer Zweifel gesetzt. Galilei machte diese wichtige Entdeckung, indem er nach einander das nämliche Gefäß voll nicht zusammengedrückter und voll zusammengedrückter Luft wog. Da das Gefäß im ersten Fall weniger als im zweiten wog, so zog er daraus den Schluß, daß die Luft schwer sey. Dieser Versuch würde zur Ueberzeugung verständiger und klarsehender Männer hingereicht haben; allein die Menge verlangte noch andre Beweise. Der Zufall führte Evangelista Torricelli bald auf einen andern Versuch, der, von Pascal wiederholt und abgeändert, nichts zu wünschen übrig ließ. Gärtner in Florenz hatten Wasser in Pumpenstiefeln bis über die Höhe von 32 Fuß steigen machen wollen, und da sie dieß unmöglich fanden, suchten sie sich bei Galilei Raths zu erholen. Man erklärte damals das Aufsteigen des Wassers in den Pumpenstiefeln dadurch, daß man sagte, die Natur habe einen Abscheu vor dem leeren Raum. Diese Erklärung mußte absurd erscheinen, namentlich Galilei, der die Schwere der Luft kannte. Doch behaupten verschiedene, obwohl ohnstreitig fälschlich, dieser große Physiker habe für den Augenblick geantwortet: die

---

*) Benedict Prevost hat über diesen Gegenstand eine Abhandlung geschrieben, welche sich im Juliusstücke vom Jahr 1816 der Bibl. des sciences et des arts befindet; auszugsweise auch in Döbereiners pneum. Chem. III. 75. Nach seiner Berechnung würde die Verminderung des Srsts. in der Atmosphäre durch die Processe auf der Erde auch bei nicht erfolgendem Wiederersatz in 100 Jahren noch nicht $\frac{1}{7200}$ von ihrem ganzen Gewichte ausmachen — eine Verminderung, welche so klein ist, daß sie sich durch die feinsten Methoden der Analyse, welche wir bis jetzt kennen, nicht ausmitteln lassen würde.

**) S. über die Gränzen der Expansion der Atm. von Wollaston, hinten Zusätze zum IV. Band von Biots Physik.

Ursach, daß daß Wasser sich nicht über 32 Fuß hoch erhöbe, sey, weil die Natur nur bis zu einer solchen Höhe Abscheu vor dem leeren Raum habe. Wie dem auch sey, Torricelli, sein Schüler, fand beim Nachdenken über die Erscheinung bald ihre wahre Ursache auf. Er suchte sie nämlich im Druck der Luft und darin, daß dieser Druck nur einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe das Gleichgewicht zu halten vermöchte. Dieß darzuthun, stellte Torricelli folgenden Versuch an, welcher sich vom J. 1643 herschreibt. Er nahm eine Glasröhre von 30 und einigen Zoll Länge, schmolz sie luftdicht an einem Ende zu und füllte sie mit Queckſilber; verschloß die Oeffnung mit dem Finger und brachte sie in umgekehrter Lage mit der zugehaltenen Oeffnung in ein, mit Queckſilber angefülltes, Gefäß. Wenn er dann den Finger wegnahm, so sank das Queckſilber sogleich bis zu einem gewissen Puncte, stieg wieder auf, oscillirte einige Zeit hindurch, und blieb endlich ungefähr 28 Zoll hoch über der Oberfläche des Queckſilberbades stehen, während der obere Theil der Röhre leer blieb. Da er nun in Betracht zog, daß das Queckſilber sich 13,568 mal weniger erhob, als das W.; dafür aber 13,568 mal schwerer als dieses war, so zweifelte er nicht mehr, daß die Erhebung des Wassers und Queckſilbers von der nämlichen Ursach, der Schwere der Luft nämlich, abhienge.

Eine Folgerung hieraus war, daß das Queckſilber und das W. auf dem Gipfel der Berge bis zu einer geringern Höhe über ihr Niveau emporsteigen mußten, als am Fuße derselben, weil im ersten Fall die Schicht von oben drückender Luft geringer war als im zweiten. Diese Folgerung entgieng Pascal nicht; und nachdem er daher den Torricellischen Versuch unter den nämlichen Umständen, als dieser selbst ihn anstellte, wiederholt hatte, bat er seinen Freund Perrier, ihn auf dem Berge Puy-de-Dome (in Auvergne im J. 1648) zu wiederholen. Der Erfolg war so gelungen, als sich nur immer erwarten ließ; die Queckſilbersäule sank um so mehr, je höher man aufstieg, und erhob sich um so mehr, je tiefer man niederstieg. Durch dieses Ergebniß waren nun alle Einwürfe gegen die Schwere der Luft aufs Vollkommenste gehoben; und man benutzte bald darauf die Torricellische Röhre zur Verfertigung des, unter dem Namen Barometer bekannten, Instruments, dessen man sich zum Messen dieser Schwere bedient *). (S. Barometer in der Beschreibung der Kupfertafeln).

---

*) Im Grunde dient das Barometer nicht zur unmittelbaren Messung der Schwere der Luft, sondern vielmehr ihrer Spannkraft; diese aber steht in Abhängigkeit von der Schwere der einander zusammendrückenden Luftschichten.

Der Druck der Luft ist nicht immer der nämliche. In Paris steigt der Barometerstand zuweilen bis 70 Centimeter (25,85 Zoll) herab, andremal bis 79 Centimeter (29,17 Zoll) herauf. Die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung vermögen wir nicht anzugeben. Blos so viel ist gewiß, daß diese Ursache, worin sie auch begründet seyn mag, von großem Einfluß auf die Beschaffenheit des Wetters ist; es regnet fast immer bei sehr niedrigem, und es ist fast immer schönes Wetter bei sehr hohem Barometerstande: auch sieht man stets nach dem Barometer, um das Wetter vorher zu wissen.

110. Zusammendrückbarkeit der Gasarten. — Da nun aber das Barometer nicht immer den nämlichen Stand behält, so folgt, daß man bey allen Operationen der Analyse, die man mit den Gasarten vornimmt, den von diesem Instrument angezeigten Luftdruck mit in Rechnung ziehen muß; denn da die Molecule der Gasarten, je nachdem dieser Druck stärker oder schwächer ist, einander mehr oder minder genähert sind, so muß auch das Gewicht der Gasarten unter einem bestimmten Volumen veränderlich seyn.

Die bemerkenswerthesten Versuche über die Zusammendrückung der Gasarten rühren von Boyle und Mariotte her: es ist dadurch dargethan, daß die Gasarten nach Verhältniß der Gewichte, mit denen sie belastet sind, sich in einen engern Raum zusammenziehen, oder, was das Nämliche besagt, daß das Volumen, welches sie einnehmen, im umgekehrten Verhältniß mit dem Druck steht, der auf ihnen lastet. Hier folgen diese Versuche zugleich mit dem bei ihnen zu beobachtenden Verfahren. Man nehme eine gekrümmte Glasröhre ABC (Taf. XIII. Fig. 6), welche in A offen, in C dagegen an der Lampe zugeschmolzen ist; befestige sie an ein Bret P, welches auf einem Fuß P' angebracht ist, und auf dem vom Punct B an gleiche Eintheilungen an die Schenkel AB und BC gezogen sind; gieße erst Quecksilber bis zum Nullpunct der Scale, so daß der Luft nicht alle Gemeinschaft zwischen den beiden Schenkeln BC und AB versperrt ist; gieße dann successiv Quecksilber bis zu verschiedenen Höhen des Schenkels AB, z. B. bis 76 Centim. (28 Zoll), 228 Centim. oder auch blos bis 38 Centim., 19 Centim., über sein Niveau im Schenkel BC. Folgendes wird sich aus der Beobachtung ergeben, unter Voraussetzung, daß der Druck der Atmosphäre 76 Centim. Quecksilberhöhe betrage. Im ersten Fall wird die Luft im Schenkel BC auf die Hälfte ihres Volumens reducirt seyn; im zweiten aufs Viertheil; im dritten blos auf zwei Drittheile; und im vierten auf vier Fünftheile: wodurch das von Boyle und Mariotte aufgefundene Gesetz seine einleuchtende Bestätigung erhält, nämlich daß sich das Volumen der Luft nach Verhältniß des auf ihr lastenden Gewichts vermindert; oder, was das Nämliche ist, daß

das Volumen, welches sie einnimmt, in umgekehrtem Verhältniß mit dem Druck steht, den sie zu tragen hat. Nimmt nämlich die Luft den Schenkel BC ganz ein, so wird sie nur durch das Gewicht der Atmosphäre zusammengedrückt, welches der Voraussetzung zufolge gleich 76 Centim. ist; nimmt es aber nur noch die Hälfte dieses Schenkels ein, so wird es durch ein doppeltes Gewicht zusammengedrückt, d. h. durch eine Quecksilbersäule von 76 Centim., welche man in den Schenkel AB gebracht hat, plus der ganzen über dieser Säule lastenden Atmosphäre.

Das nämliche Gesetz gilt für die Zusammendrückung aller andern Gasarten.

Wenn mithin irgend ein Gasvolumen gegeben ist, so wird es leicht seyn anzugeben, was aus diesem Volumen wird, wenn sich der Druck ändert. Man braucht nämlich nur das vierte Glied einer umgekehrten Proportion zu suchen, deren drei erste Glieder aus Zahlen bestehen, welche die beiden Druckgrößen ausdrücken und aus dem, welches den Ausdruck für das Vol. giebt. Gesetzt z. B. man habe 100 Decilitres Luft bei einem Luftdruck von 76 Centimeter, und das Barometer sinke nun auf 70 Centimeter. Um das Volumen zu erhalten, in welches sich diese 100 Decilitres Luft bei diesem neuen Druck verwandeln, setze man die Proportion an: $70 : 76 = 100 : \frac{7600}{70}$; d. i. das neue Volumen wird seyn 108,57 Decilitres.

111. Aus den vorstehenden Erörterungen über die Schwere der Luft und die Zusammendrückbarkeit der Gasarten ergiebt sich nun klärlich, welches der Grad des Drucks ist, dem sich ein Gas in den verschiedenen Fällen ausgesetzt befindet, wenn man, nach Einbringung desselben in eine Röhre oder ein andres Gefäß voll einer tropfbaren Flüssigkeit, den Stand der im Gefäß befindlichen Fl. dem Stande der außerhalb befindlichen gleich macht, oder darüber erhöht oder darunter erniedrigt. Steht die Flüssigkeit im Gefäß mit der außerhalb desselben befindlichen, in welche das Gefäß taucht, auf dem nämlichen Niveau, so leidet das Gas den Druck der Atmosphäre. Ist das innere Niveau höher als das äußere, so hat das Gas den Druck der Atm. zu tragen, weniger dem Theil dieses Gewichts, welcher erforderlich ist, die Fl. in der Röhre zu erheben. Steht dagegen das innere Niveau tiefer als das äußere, so wird das Gas durch das Gewicht der Atm. zusammengedrückt, plus dem Gewicht der Flüssigkeitssäule, um welche beide Niveaux unterschieden sind.

Diese Beobachtungen machen eine wichtige Erinnerung nöthig. Nämlich bei Messung der Gasarten muß man Sorge tragen, das innere und äußere Niveau einander gleich zu machen, oder den Unter-

schied zwischen ihnen in Rechnung zu ziehen. Dieß geschieht mit Berücksichtigung der Dichtigkeit der Fl. Gesetzt der atm. Druck halte einer Queckſilberſäule von 76 Centim. das Gleichgewicht; die tropfbare Fl. sey Queckſilber und erhebe ſich um 7 Centim. über ihr äußeres Niveau, ſo wird das Gas nur durch 76 — 7 = 69 Centim. Queckſilber zuſammengedrückt; wäre aber die Fl. Waſſer, welches 13,568 mal leichter als Queckſilber iſt, ſo würde das Gas durch $76 - \frac{7}{13,558}$ Centim. zuſammengedrückt werden.

† Biſchof hat dieſe Reduction für das Waſſer und Queckſilber durch Tabellen, die er berechnet hat, ſehr erleichtert. Der Gebrauch dieſer Tabellen beſteht darin, das Gasvolumen mit dem Decimalbruche zu multipliciren, welchen die Tabellen für den jedesmaligen Barometerſtand und die jedesmalige Höhe der Sperrungsflüſſigkeit angeben, um das wahre Vol. des Gaſes für den beſtehenden Druck der Atmoſphäre zu erhalten. Die Barometerſtände ſind blos von Zoll zu Zoll und auch die Waſſerſtände nur ſo angegeben, weil eine größere Genauigkeit unnöthig iſt.

Tabelle I.

Für das Waſſer als Sperrungsmittel.

Barometerſtände.

Höhe des innern Niveaus über dem äußern.	28 Zoll		27 Zoll	26 Zoll	25 Zoll
1 Linie	0,9974	—	0,9973	0,9972	0,9970
2 —	0,9947	—	0,9945	0,9943	0,9941
3 —	0,9921	—	0,9918	0,9915	0,9911
4 —	0,9894	—	0,9890	0,9886	0,9882
5 —	0,9868	—	0,9863	0,9858	0,9852
6 —	0,9841	—	0,9835	0,9829	0,9822
7 —	0,9815	—	0,9808	0,9801	0,9792
8 —	0,9788	—	0,9781	0,9772	0,9763
9 —	0,9762	—	0,9753	0,9744	0,9733
10 —	0,9735	—	0,9726	0,9715	0,9704
11 —	0,9709	—	0,9698	0,9687	0,9674
12 —	0,9682	—	0,9671	0,9658	0,9644

Tabelle II.

Für das Queckſilber als Sperrungsmittel.

Barometerſtände.

Höhe des innern Niveaus über dem äußern	28 Zoll	27 Zoll	26 Zoll	25 Zoll
1 Linie	0,9970	0,9969	0,9968	0,9967
2 —	0,9940	0,9939	0,9936	0,9934
3 —	0,9910	0,9908	0,9904	0,9900
4 —	0,9881	0,9877	0,9872	0,9867
5 —	0,9851	0,9846	0,9840	0,9834
6 —	0,9821	0,9815	0,9808	0,9800
7 —	0,9792	0,9784	0,9776	0,9767
8 —	0,9762	0,9753	0,9744	0,9734
9 —	0,9732	0,9722	0,9712	0,9700
10 —	0,9702	0,9692	0,9680	0,9667
11 —	0,9673	0,9661	0,9648	0,9634
12 —	0,9643	0,9630	0,9616	0,9600
13 —	0,9613	0,9599	0,9583	0,9568
14 —	0,9583	0,9568	0,9551	0,9535
15 —	0,9554	0,9537	0,9519	0,9500
16 —	0,9524	0,9506	0,9487	0,9467
17 —	0,9494	0,9475	0,9455	0,9433
18 —	0,9464	0,9444	0,9423	0,9400
19 —	0,9435	0,9413	0,9391	0,9367
20 —	0,9405	0,9383	0,9359	0,9333
21 —	0,9375	0,9352	0,9327	0,9300
22 —	0,9345	0,9321	0,9295	0,9267
23 —	0,9316	0,9290	0,9263	0,9233
24 —	0,9286	0,9259	0,9231	0,9200

112. Sicherheitsröhren. — Aus dem Vorigen wird nun auch die Wirkung der Sicherheitsröhren leicht verſtändlich werden. C (Taf. XVII. Fig. 1.) ſey eine Retorte voll irgend eines Gaſes, an deren Hals eine Röhre DD′ gefügt iſt, welche in W. taucht. Setzt man dieſe Retorte der Wirkung der Hitze aus, ſo drückt nun das darin enthaltene Gas (wegen durch die Hitze verſtärkter Spannkraft) ſtärker als die atm. Luft auf die Flüſſigkeit ee′, am Ende D′ der Röhre DD′, dehnt ſich aus und entweicht aus dieſem Ende durch die Fl. ſelbſt, bis innerer und äußerer Druck im Gleichgewicht ſind *). Läßt man dann die Retorte erkalten, ſo wird nun der vom Gas inwendig geäußerte Druck (wegen durch Temperaturveränderung geſchwächter Spannkraft) geringer, als der äußere der Luft; dieſe drückt die Fl. ee′ durch die Röhre DD′ in die Retorte zurück, bis innerer

*) Bis nämlich die innere Luft durch das Entweichen ſo dünn iſt, daß ſie, obwohl wärmer, doch durch ihre Spannkraft nur noch der äußern kältern, aber dichtern, das Gleichgewicht hält.

und äußerer Druck wiederum ins Gleichgewicht kommen. Man sagt dann, es finde Rücksteigen des Wassers oder Absorption (absorption) Statt.

Gesetzt aber, man füge anstatt einer gewöhnlichen Röhre DD' eine, der auf Taf. XVII. Fig. 2. vorgestellten, ähnliche an die Retorte, deren Kugel b bis zur Hälfte mit Wasser angefüllt ist, so wird offenbar in dem Fall, wo sich das inwendige Gas (durch Abkühlung) zusammenzieht, das W. im Schenkel CC' der Röhre ACC' nur um eben so viel über sein Niveau EE aufsteigen können, als die Höhe des Wassers im Schenkel dd' beträgt, (d. i. um die Länge dd'). Wegen der Gestalt der Röhre nämlich wird die Luft durch ihren Druck das W. im Schenkel dd' um eben so viel absteigen machen, als sie es im Schenkel CC' aufsteigen macht. Ist nun die Wassersäule dd' bis nach d' zurückgetrieben, so wird die nach d' gelangte Luft vermöge ihrer specifischen Leichtigkeit unter Gestalt von Blasen durch das W. der Kugel b steigen, in die Retorte durch den Schenkel bb' zurücktreten, und sich dem weitern Aufsteigen des Wassers im Schenkel CC' fortwährend entgegensetzen, so daß das W. in diesem Schenkel nicht über den Punct g emporsteigen wird, der sich in der nämlichen Entfernung vom Niveau EE findet, als der Punct d' vom Punct d.

Diese Art Röhre thut also dem Rücksteigen des Wassers Einhalt; daher ihr Name Sicherheitsröhre.

Die Sicherheitsröhren haben nicht immer die hier angegebene Gestalt; man hat deren auch von gerader Form. Auf Taf. XVII. Fig. 3. sieht man einen Apparat, bestehend aus einer Retorte A voll Luft, einer Flasche B mit drei Tubulaturen, welche W. bis CC enthält, und einerseits mit der Retorte durch die Röhre DD', andrerseits mit einem Gefäße E voll W. durch die Röhre GG' in Verbindung steht. Wenn die Retorte erhitzt und in Folge dessen eine gewisse Quantität Luft durch das Ende der Röhre GG' ausgetrieben war, und man sie nun erkalten läßt, so wird offenbar in dem Maße, als die darin enthaltene Luft sich verdichtet (oder vielmehr durch die von Außen drückende Luft, welche das Wasser in die Röhre zurücktreibt, verdichtet wird), das W. aus dem Gefäße E durch die Röhre GG' steigen und bis in die Flasche B dringen. Fügt man aber in die mittlere Tubulatur dieser Flasche (Fig. 4.) eine gerade Röhre II', und läßt sie einige Linien tief in das in der Flasche enthaltene W. tauchen, so wird dem Rücksteigen dadurch Einhalt gethan werden; indem die Luft durch die Röhre II' hineintritt, wie oben durch die Röhre mit der Kugel. Gesetzt die Röhre tauche drei Linien tief in das Wasser, so wird sich das W. in der Röhre GG' auch nur um eben so viel über sein Niveau erheben können. Die gerade Röhre II' ist somit eine wahre Sicherheitsröhre. Sie verhindert aber nur das Rücksteigen des Wassers aus dem

dennächstfolgen Gefäße in die Flasche, in welche sie selbst taucht. Man dürfte daher die erste Röhre DD' nicht in das Wasser der tubulirten Flasche B tauchen lassen, widrigenfalls dieß W. unfehlbar in die Retorte zurücksteigen würde; wogegen nur eine Sicherheitsröhre mit der Kugel schützen kann [1]).

Die Welterschen oder Kugel-Sicherheitsröhren so wie auch die geraden sind von sehr häufiger Anwendung. Namentlich braucht man sie beim Woulfschen Apparat, mittelst dessen sich die Gasarten leicht in W. auflösen lassen, bestehend aus einer Retorte oder einem Ballon, auf den mehrere Flaschen folgen, die durch Zwischenröhren mit einander in Gemeinschaft stehen. (S. Beschreibung der Instrumente).

113. Specifisches Gewicht der atm. Luft und der andern Gasarten. — Wir haben oben gesehen, daß die Luft schwer sey; haben aber ihr specifisches Gewicht, d. h. ihr absolutes Gewicht unter einem gegebenen Volumen, noch nicht bestimmt. Die Kenntniß desselben ist zu wichtig, um uns nicht mit besondrer Sorgfalt damit zu beschäftigen. Da die Verfahrungsarten in Betreff aller Gasarten viel Uebereinstimmendes haben, so behandeln wir den Gegenstand gleich allgemein.

Das spec. Gewicht der Gasarten hängt nicht blos von ihrer chemischen Beschaffenheit, sondern auch von ihrer T. und dem atm. Druck ab. Man muß also diese beiden Ursachen bei Bestimmung dieses Gewichts mit in Rechnung ziehen. Im Allgemeinen erhält man das spec. Gewicht eines Gases, indem man einen Ballon von bekannter Capacität erst leer, dann voll von diesem wohl getrockneten Gase wiegt und das erste Gewicht vom zweiten abzieht: der Gewichtsunterschied giebt offenbar das Gewicht des, im Ballon enthaltenen, Gasvolumens für den Druck und die T., bei welchen man operirt, an.

Mit der atmosphärischen Luft schlägt man das Verfahren folgendergestalt ein. Man nehme einen Ballon von ungefähr fünf Litres (250 Cubikzoll), der recht trocken und mit einem Hahn versehen ist (Taf. XVIII. Fig. 4.); schraube ihn fest auf das Rohr des Tellers einer vortrefflichen Luftpumpe auf; setze die Maschine in Gang, und zwar so lange, bis die Barometerprobe einen leeren Raum bis auf $\frac{1}{2}$ Millimeter (etwas über $\frac{1}{5}$ Lin.) Queckſilberstand anzeigt; verschließe darauf den Hahn, schraube den Ballon ab, wiege ihn, füge darauf

---

1) Um das Rücksteigen recht deutlich zu zeigen, thut man besser, anstatt des Gases, Schwefeläther in die Retorte zu thun, und ihn sieden zu lassen, bis alle Luft aus den Gefäßen ausgetrieben ist. Das Wasser stürzt hier mit solcher Gewalt aus einem Gefäß in das andre, daß dasselbe in einigen Secunden damit angefüllt ist.

an das obere Ende des Hahns mittelst eines durchbohrten Stöpsels eine kleine gekrümmte Röhre, welche mittelst eines andern Stöpsels mit einer Röhre von 10 bis 12 Mill. (4,4 bis 5,3 Lin.) Durchmesser und 7 bis 8 Decimeter (26 bis 30 Zoll) Länge, die mit Stücken Chlorcalcium (wasserfreiem salzs. Kalk) angefüllt ist, in Verbindung steht (Taf. IX. Fig. 1.). Nachdem dieß geschehen ist, drehe man behutsam den Hahn, so daß er nur ganz wenig geöffnet wird: die atm. Luft wird allmälig durch die Röhre voll Chlorcalcium durchstreichen, und durch diesen Körper getrocknet in den Ballon mit einem leichten Zischen eindringen; an dessen Aufhören man die vollendete Anfüllung des Ballons erkennt. Nachdem man dann noch 4 bis 5 Minuten gewartet hat, um sicher zu seyn, daß die innere T. des Ballons die nämliche als die äußere ist, merke man dieselbe sorgfältig an einem zur Seite des Ballons befindlichen Thermometer an; und eben so bemerke man auch den atm. Druck. Man verschließe den Hahn, nehme die daran gefügten Röhren ab und wiege den Ballon von Neuem. Zieht man dann, wie wir zuvor erwähnten, das erste Gewicht vom zweiten ab, und dividirt den Unterschied durch die Zahl Litres, welche der Ballon faßt, so hat man das Gewicht für einen Litre atm. Luft. Man findet solchergestalt, daß es bei der T. von 0° und unter dem Druck von 76 Cent. 1,2991 Grammen (20,91 Gran nürnb. Med. G.) beträgt.

Will man das spec. Gewicht andrer Gasarten als der atm. Luft bestimmen, so muß man das Verfahren auf die gleich zu erörternde Weise abändern, welche durch Abbildung des Apparats (Taf. IX. Fig. 2.) leicht verständlich werden wird. A ist eine Retorte oder irgend ein andres Gefäß, aus welchem das zu wiegende Gas entbunden wird. Dieß Gas strömt durch die kleine Röhre B in die große CC′, welche Chlorcalcium enthält, giebt hier seine Feuchtigkeit ab und gelangt trocken durch die enge gekrümmte Röhre DD′ unter eine Glocke E, welche auf der Brücke F der Queckſilberwanne GG′ umgestürzt ist. Aus dieser Glocke endlich, die ungefähr 1 Litre (50 Cubikzoll) faßt, und oben mit einem eisernen Hahn H versehen ist, geht es allmälig in den Ballon I über, welcher luftleer gemacht, sorgfältig gewogen ist und dessen Hahn man gehörig geöffnet hat. Ist der Ballon mlt Gas angefüllt, welches man wie beim vorigen Versuch erkennt, und steht das Queckſilber inwendig und auswendig auf dem nämlichen Niveau, so beobachtet man den Barometer- und Thermometerstand, verschließt den Hahn des Ballons und der Glocke, schraubt den Ballon ab, wiegt ihn von Neuem und leitet daraus das spec. Gewicht ab. Um jedoch den Versuch mit der größtmöglichen Genauigkeit anzustellen, ist erforderlich 1) das Gas erst dann in die

Glocke treten zu lassen, wenn es rein ist, d. h. wenn alle atm. Luft aus den Entbindungsgefäßen entwichen ist; 2) die ersten Antheile Gas, welche in die Glocke steigen, wegzuwerfen, damit sie die an ihren Wänden haftenden Luftbläschen mit fort nehmen. 3) den Ballon fest auf die Glocke aufzuschrauben; 4) das Gas aus der Glocke in den Ballon nicht sowohl anhaltend, als vielmehr von Zeit zu Zeit steigen zu lassen; wodurch die Operation bequemer und sicherer wird. Zu diesem Zweck öffnet man den Hahn H ein wenig, wenn die Glocke voll Gas ist, und verschließt sie wieder, wenn das Queckſilber fast bis oben hinaufgestiegen ist, um sie abermals zu öffnen, wenn die Glocke von Neuem voll Gas ist.

In dem Fall endlich, wo die Gasarten auf das Queckſilber oder den Kitt, der den Hahn mit der Glocke verbindet, chemisch einwirken, eine Eigenschaft, welche das Chlor, die Jodwasserstoffsäure besitzen, muß man noch andere Abänderungen am vorigen Apparat treffen. Anstatt der engen Röhre DD' füge man an das Ende der Röhre CC' eine Röhre von ungefähr 6 Millimeter ($2\frac{1}{2}$ Lin.) Durchmesser und lasse sie bis zum Boden einer Flasche, welche zwei bis drei Litres faßt, tauchen, deren Oeffnung so beschaffen ist, daß sie durch die Röhre fast ganz verschlossen wird. Wenn nun die Flasche mit dem Gas angefüllt ist, mit welchem der Versuch vorgenommen werden soll, so wird das noch weiter hinzutretende nach Außen zwischen den Wänden der Röhre und denen der Flaschenmündung entweichen.. Man lasse dieß Entweichen einige Minuten lang vor sich gehen, und ziehe dann die Röhre aus der Flasche heraus, indem man letztre allmälich senkt, worauf man sie sofort durch einen mit Schmirgel eingeriebenen Stöpsel verschließt. Man wiege die Flasche in diesem Zustande, und aus der Vergleichung ihres Gewichts mit dem zuvor bestimmten Gewicht der nämlichen Flasche, wenn sie voll atm. Luft ist, wird man dann unmittelbar das spec. Gewicht der Gasart finden können, wofern sie nämlich rein ist: widrigenfalls müßte man vor allen Dingen bestimmen, wieviel atm. Luft darin enthalten seyn könnte, um sie mit in Rechnung zu ziehen; und hiezu gelangt man, indem man die Flasche in W. losstöpselt, welches mit Alkali geschwängert ist und sie darin schüttelt; indem dieß W. alles Gas außer der atm. Luft auflösen wird. Gesetzt die Flasche fasse 205 Centilitres; die Temperatur sey 0° und der Druck 76 Centimeter. Das Gas enthalte 5 Centilitres atm. Luft; die Flasche voll Gas wiege 504,002 Grammen, voll atm. Luft 502,6 Grammen, so folgt, daß 200 Centilitres oder 2 Litres des Gas 1,402 Grammen mehr als 2 Litres Luft wiegen. Da nun 2 Litres atm. Luft bei 0° und unter dem Druck von 76 Centim. 2,598 Grammen wiegen, so folgt, daß 2 Litres des andern Gas

4 Grammen wiegen werden. Nimmt man mithin das spec. Gewicht der atm. Luft als Einheit an, so wird das der Gasart das vierte Glied folgender Proportion seyn: 2,598 : 4 = 1 : $\frac{4}{2,598}$ = 1,539.

Man kann das spec. Gewicht derjenigen Gasarten, welche im W. unauflöslich oder wenig auflöslich sind, auch so bestimmen, daß man sie in einer, mit einem Hahn versehenen, Glocke voll W. auffängt und auf die beschriebene Art in einen leeren Ballon steigen läßt. Hier jedoch werden neue Correctionen erforderlich, indem man die Quantität Wasserdunst mit in Rechnung ziehen muß, mit der sich das zu wiegende Gas bei der Temperatur des Versuchs geschwängert findet, so wie die Veränderung des Volumens oder der Spannung, die dieser Dunst in ihm bewirkt. Die Ausmittlung des letzten Umstandes stützt sich auf die Bemerkung, daß die Spannung eines Gemenges aus Gas und Dunst gleich ist der Summe der Spannungen, welche das Gas und der Dunst haben würden, wenn jedes von ihnen für sich den Raum einnähme, welcher vom Gemenge eingenommen wird (Dalton). Zieht man mithin die Spannung des Dunstes, die sich nach Verhältniß der T. ändert, von der Spannung des feuchten Gases ab, welche durch das Barometer angezeigt wird, so erhält man als Unterschied die Spannung des trocknen Gases unter dem Volumen, welches es feucht einnimmt. (S. No. 268. Tabelle über die Spannung des Wasserdunsts für verschiedne Temperaturen).

Das Gewicht des, im Gas enthaltenen, Wassers anlangend, so läßt es sich leicht durch Berechnung bestimmen. Gesetzt das Volumen des Gases betrage 1 Litre (50,412 Cubikzoll) und die Temperatur sey 17° (13$\frac{4}{5}$° R.); so wird die Spannung oder der Druck des Dunstes für diese T. seyn 14,5 Millim. (5,33 Lin.), wie sich durch das (I. Bd. S. 90 und 91) angezeigte Verfahren direct darthun läßt. Die Dichtigkeit der atm. Luft nun gleich 1 gesetzt, ist die des Dunstes 0,620. Ein Litre atmosphärische Luft wiegt aber bei 0° und unter dem Druck von 760 Millim. 1,2991 Grammen; er wird also bei der T. von 17° und unter dem Druck von 14,5 Millim. nur 0,0233 Grammen wiegen; denn die Gasarten dehnen sich um $\frac{1}{266,67}$ des Vol., das sie bei null Grad haben, für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers aus und ziehen sich zusammen nach dem geraden Verhältnisse des auf ihnen lastenden Drucks (S. Beispiele für diese Reductionen 40 bis und 110.). Mithin wird man auch für das Gewicht des, im Litre Gas enthaltenen, Wasserdunstes 0,620 Theile von 0,0233 Grammen d. i. 0,01444 haben. Auf diese Weise sieht man sich nun im Besitze

aller erforderlichen Data zur Kenntniß des spec. Gewichts des trocknen Gases, da man weiß, welches sein Volumen, das Gewicht dieses Volumens, seine Spannung und seine T. seyn wird. Sein Volumen wird das nämliche seyn als das des feuchten Gases; das Gewicht dieses Vol. wird seyn das des feuchten Gases weniger dem Gewicht des Dunstes; seine Spannung oder sein Druck der der Atmosphäre weniger dem des Dunstes, seine T. die nämliche als die des feuchten Gases, d. h., die der Atmosphäre.

Was hier von den Gasarten in Bezug zum Wasserdunst gesagt worden ist, gilt für jedes Gas in Bezug zu jedem Dunst, auf welchen es keine chemische Wirkung äußert.

Von nicht geringerer Wichtigkeit als die Kenntniß des spec. Gewichts der permanenten Gasarten ist die des spec. Gewichts der Dünste; wie die Physiker jederzeit wohl gefühlt haben. Dessenungeachtet hatte man es bisher nur für den Wasserdunst zu bestimmen vermocht; und auch hier mangelte es den Resultaten an der erforderlichen Genauigkeit. Gay-Lussac hat eine Methode zur Bestimmung dieser Gewichte erfunden, die nichts zu wünschen übrig läßt und von uns (49) beschrieben worden ist. Sie besteht darin, in einer Glocke über Queckſilber bei einer gewissen T. und unter einem gewissen Druck eine Quantität Fl. zu verflüchtigen, deren Gewicht man kennt, z. B. einen Gramme, und das Volumen des sich bildenden Dunstes zu messen. Gay-Lussac hat die Anwendung dieser Methode schon zur Bestimmung des spec. Gewichts mehrerer Dünste, namentlich derer des Wassers, des Alkohols, des Aethers und des Schwefelkohlenstoffs gemacht. Da er bei der T. des siedenden Wassers, unter dem Druck von 76 Centim., operirt und gefunden hatte, daß ein Gramme W. 1,700 Litre Dunst erzeugte, ein Gramme Alkohol 0,661, ein Gramme Aether 0,411 Litre und ein Gramme Schwefelkohlenstoff 0,402 Litre, so leitete er daraus her, daß, wenn man das spec. Gewicht der atm. Luft als Einheit nimmt, das des Wasserdunstes ist 0,6235 [1]), das des Alkohols 1,613, das des Schwefeläthers 2,586, das des Schwefelkohlenstoffs 2,645 (Ann. de Chim. et de Phys. t. II. p. 135.).

Man wird in der beigefügten Tabelle 1) das spec. Gewicht der Gasarten und der Dünste, bezogen auf das der atm. Luft als Ein-

---

1) Da der Wasserdunst hervorgeht aus der Verdichtung von 1 Volumen Wasserstoff und $\frac{1}{2}$ Vol. Erst. zu einem einzigen Vol., und da die Dichtigkeit des Sauerstoffs 1,1026, die des Wasserstoffs 0,0688 ist, so folgt, daß die des Wassers 0,620 seyn müßte, eine Zahl, die kaum von der durch den Versuch gefundenen unterschieden ist.

heit; 2) ihr absolutes Gewicht für den Litre bei 0° und unter dem Druck von 76 Centimetern finden [1]).

---

1) Um die größte Genauigkeit in die Bestimmung des spec. Gewichts der Gasarten zu bringen, muß man nicht blos mit allen eben angegebenen Vorsichtsmaßregeln verfahren, sondern auch noch auf die Ausdehnung des Queckſilbers und Glases Rücksicht nehmen. Nach Petit und Dulong dehnt sich das Queckſilber um $\frac{1}{5550}$ seines Vol. für jeden Cent. Grad zwischen 0° und 100° aus. Stünde das Barometer auf 76 Centim., während die T. 20° wäre, so müßte man mithin von der Höhe gleich 76 Centim. abziehen $\frac{20}{5550 + 20}$ Theile dieser nämlichen Höhe, um den Barometerstand für 0° zu haben. Nach denselben Physikern beträgt die Ausdehnung des Glases nach einer Dimension zwischen 0 und 100 Graden $\frac{1}{11610}$ für jeden Grad des Thermometers und mithin (s. 43.) das Dreifache dieser Zahl, d. i. $\frac{1}{38700}$ nach der Richtung dreier Dimensionen; woraus folgt, daß, wenn die Capacität eines Ballons bei 10° einen Litre betrüge, sie bei 0° nur 1 Litre weniger $\frac{1}{38700 + 10} \times 10$ Litre, d. i. 1 Litre weniger $\frac{10}{38700 + 10}$ Litre betragen würde. Gewöhnlich führt man alle Beobachtungen auf Null Grad und den Druck von 76 Centimetern zurück.

über Dünste.

elastisch	Gewicht eines Litres Gas, durch den Versuch bei 0° T. und 76 Cent. Druck gefunden.	Gewicht eines Litres Gas, berechnet für 0° T. und 76 Cent. Druck.
	Grammen.	
Atmosphärische	1,2991	
Jodwasserstoffs	5,7719	
Kieselflußsaure	4,6423	
Phosgengas .	. . . .	4,4156
Chlor . . .	3,2088	3,1516
Chlordeutoxyd	. . . .	3,0081
Flußborsaures	3,0800	
Schwefeligsaur	2,8489	
Schwefeligsaur		
Blaustoffgas .	2,3467	2,3640
Protoxyd von	1,9752	1,9836
Kohlensäure .	1,9741	
Deßgl. . .	1,9805	
Salzsaures Ga	1,6205	1,6205
Schwefelwasser	1,5475	
Sauerstoffgas	1,4337	
Deßgl. . .	1,4323	
Deutoxyd von		

1) Die Buchstaben B. D., wo sie nach dem Namen einer Gasart folzeigen an, daß man die Dichtigkeit dieser Gasart angewandt hat, wie urch Berechnung gefunden worden ist.

langend, so ist erstere gefunden worden durch Erwägung, daß 1 Vol. salzs. Gas gewiß aus ½ Vol. Wsst. und ½ Vol. Chlor hervorgeht, und durch Abziehen der Dichtigkeit des Wssts von der verdoppelten Dichtigkeit der Salzs.; die zweite durch Erwägung, daß die Kohlens. ein dem ihrigen gleiches Vol. Srst. enthält, durch Annahme, daß sie aus Verbindung dieses 1 Vol. Srst. mit 1 Vol. Khlstdunst hervorgeht, und durch Abziehen der Dichtigkeit des Srstgases von der der Kohlens.

† Nach Döbereiners, auf Meineke's Angaben gestützten Berechnung (pneum. Chemie I. 69) wiegt bei einem Barometerstand von 28 Par. Zoll (0,76 Meter) und bei einer T. von 10° R. ein Rheinl. Kubikzoll in Granen Nürnberger Medicinalgewichts:

Wasserstoffgas . .	0,0245	Gran,	100	K. Z.	also	2,45	Gran
Sauerstoffgas . .	0,8929	—	—	—	—	39,29	—
Stickstoffgas . . .	0,3438	—	—	—	—	34,38	—
Kohlengas	0,2946	—	—	—	—	29,46	—
Schwefelgas . . .	0,3929	—	—	—	—	39,29	—
Chloringas . . .	0,8639 ?	—	—	—	—	86,36	—
Atmosphärische Luft	0,3536	—	—	—	—	35,36	—
Wasserdunst . . .	0,2209	—	—	—	—	22,09	—
Oxydirtes Stickgas .	0,5402	—	—	—	—	54,02	—
Salpetergas . . .	0,3683	—	—	—	—	36,83	—
Kohlenoxydgas . .	0,3438	—	—	—	—	34,38	—
Kohlensäuregas . .	0,5402	—	—	—	—	54,02	—
Ammoniakgas . .	0,2086	—	—	—	—	20,86	—
Salzsäuregas . .	0,4442	—	—	—	—	44,42	—
Kohlenwasserstoffgas	0,1961	—	—	—	—	19,61	—
Oelbildendes Gas .	0,3436	—	—	—	—	34,36	—
Schwefeligsaures Gas	0,7858	—	—	—	—	78,58	—
Schwefelwasserstoffgas	0,4173	—	—	—	—	41,73	—
Kyanogengas . . .	0,6384	—	—	—	—	63,84	—
Blausäuredunst . .	0'3314	—	—	—	—	33,14	—
Alkoholdunst . . .	0,5644	—	—	—	—	56,44	—
Aetherdunst . . .	0,9080	—	—	—	—	90,80	—
Phosgengas . . .	1,2277	—	—	—	—	122,77	—
Schwefelalkoholdunst	0,9332	—	—	—	—	93,32	—

114. Nachdem wir über die physischen Eigenschaften der atm. L. gehörig ins Klare gekommen sind, wenden wir uns nun zur Untersuchung ihrer chemischen; wobei wir indeß im Voraus bemerken, daß, da der Srst. fast immer das einzige wirksame Princip in der atm. L.

ist, die chemischen Eigenschaften beider sich in aller Hinsicht sehr nahe stehen.

Chemische Eigenschaften. — Die atm. L. bricht das Licht nach Verhältniß ihrer Dichtigkeit und chemischen Beschaffenheit, wie das Nämliche, Newtons schönen Beobachtungen zufolge, auch von allen andern Körpern gilt. Es scheint, daß der Srst. bei gleicher Dichtigkeit derjenige Körper ist, welcher das geringste Brechungsvermögen besitzt; daß ein verbrennlicher Körper immer ein stärkeres Brechungsvermögen hat, als der verbrannte Körper, dessen Radical er ist; daß, je verbrennlicher ein Körper ist, um so stärker auch sein Brechungsvermögen, einige Ausnahmen abgerechnet, sich zeigt; daß das Brechungsvermögen einer Zusammensetzung dem seiner Bestandtheile nicht proportional ist; daß diese Proportionalität nur für Gemenge Statt hat; daß somit das Brechungsvermögen der Kohlens. ein ganz andres ist, als das des Srsts und des Khlsts, aus welchen diese S. besteht, während das der atm. L. ganz mit dem der Gasarten, welche in seine Zusammensetzung eingehen, übereinkommt. Dieß erhellt aus der folgenden Tabelle, die wir aus der Abhandlung von Biot und Arago über das Brechungsvermögen der Gasarten entlehnt haben; eine Abhandlung, auf welche wir die verweisen, die die ausnehmend genauen Verfahrungsarten kennen lernen wollen, mittelst deren jenen Physikern die Bestimmung dieser Brechungsvermögen geglückt ist.

Brechungsvermögen der Gasarten unter der nämlichen Dichtigkeit, bezogen auf das der atm. L. als Einheit, für die T. von 0° und den Druck von 76 Centimetern.

Atmosphärische Luft	1,00000
Sauerstoff	0,86161
Stickstoff	1,03408
Wasserstoff	6,61436
Ammoniak	2,16851
Kohlensäure	1,00476
Kohlenwasserstoffgas	2,09270
Oelbildendes Gas	1,81860
Salzsaures Gas	1,19625
Salzätherdunst (Biot)	1,71344

Nach Arago und Petit ist das Brechungsvermögen der Dünste merklich geringer als das der tropfbaren Flüssigkeiten, aus denen sie entstehen. So ist das Brechungsvermögen des tropfbaren Schwe-

felkohlenstoffs, mit der atm. L. verglichen, etwas größer als 3, das seines Dunstes dagegen nicht über 2 (Ann. de Chim. et de Phys. t. 1, p. 1.)

114 bis. Die atm. L. ist ein schlechter Leiter des el. Fluidums, und die El. muß sich daher erst in einem gewissen Grade in einem Leiter anhäufen, bevor ihr Streben, nach Außen zu entweichen, den Widerstand des Nichtleitungsvermögens der Luft überwältigen kann; worauf sie in Gestalt eines Funkens zu benachbarten Leitern durch sie überschlägt.

Wer weiß nicht, daß die atm. L. zum Leben der Thiere nöthig ist? Man bringe irgend ein Thier unter den Recipienten der Luftpumpe, und pumpe ihn leer; es wird in kurzer Zeit sterben. Denn beim Act des zum Leben erforderlichen Athmens findet Absorption von Srst., eine wahre Verbrennung in den Lungen, Statt; oft wird selbst das Blut durch die Hautporen wegen aufgehobenen Luftdrucks schwitzen.

Weder in den höchsten Hitze- noch Kältegraden erfährt die atm. Luft eine Veränderung; eben so wenig wirkt das Srstgas auf sie ein; es mengt sich durchaus nur mit ihr. Unter den einundfunfzig einfachen verbrennlichen Körpern aber giebt es nur neun, das Chlor, das Jod, den Stickst., das Silber, das Gold, das Platin, das Rhodium, das Palladium, das Iridium, welche unvermögend sind, auf sie chemisch einzuwirken. Alle andern verschlucken bei einer T., welche für jeden derselben verschieden ist, den Srst. daraus und lassen den Stickstoff frei, so daß man ziemlich die nämlichen Producte erhält, mag man diese Körper mit atm. L. oder mit Srstgas behandeln, nur daß die Verbrennung durch erstere minder lebhaft ist.[1]) Jedenfalls ist sie es um so minder, je verdünnter die L. ist; daher ein brennendes Licht in einer Glocke, die man allmälig leer pumpt, erbleicht und endlich auslöscht.

Betrachten wir jetzt die Wirkung der einzelnen verbrennlichen K. besonders auf die atm. L.

115. Nur in der Glühhitze vermag der Wsst. die atm. L. schnell zu zersetzen, außer unter Mitwirkung von Platin u. s. w. (Siehe 87 bis). Bei dieser Zersetzung wird Srst. verschluckt, Wasser gebildet, Wärmest. und Licht entbunden, und der Stickst. bleibt gasförmig zu-

---

1) Der Khlst. und Phosphor machen indeß in gewisser Hinsicht eine Ausnahme. Der Khlst. kann die atm. L. bei der gewöhnlichen T. absorbiren (94); und der Phosphor vermag bei dieser T. den Srst. daraus zu absorbiren, während er keine Einwirkung auf den reinen Srst. zeigt, außer unter Mitwirkung der Hitze, unter dem gewöhnlichen Druck.

rück. Dieß zu erweisen, braucht man nur im Wasser- oder Quecksilbereudiometer Gemenge von atm. L. und Wsstgas, so wie andremal von Wsstgas und Srstgas (87 bis) detoniren zu lassen. Besteht das Gemenge aus 100 Th. atm. L. und 100 Th. Wsstgas, so wird der gasförmige Rückstand nach der Verbrennung noch 37 betragen, mithin 63 Th. absorbirt worden seyn. Diese 63 Theile werden von der Verbindung von 21 Th. Srst., welche in den 100 Th. Luft enthalten sind, mit 42 Th. Wsst. herrühren. Wir haben nämlich gesehen (87 bis), daß das Srstgas sich immer mit dem Doppelten seines Vol. Wsstgas zu W. verbindet. Man kann sich ferner leicht überzeugen, daß die 137 Th. Rückstand aus 79 Th. Stckst. und 58 Th. Wsst. bestehen. Denn läßt man diesen Rückstand in das Eudiometer blos mit so viel Srst. steigen, daß der darin befindliche Wsst. absorbirt wird, d. i. mit 29 Th. Srst., so wird man nach geschehener Verbrennung nur noch ungefähr 79 Th. einer Gasart erhalten, welche alle Eigenschaften des Stickstoffs zeigt.

116. Auch das Bor wirkt nur unter Mithülfe der Hitze, und kaum unter der Rothglühhitze, auf die atm. L. Stellt man den Versuch in einer kleinen gekrümmten Glocke über Quecksilber an (91); so zeigt sich kaum Lichtentwicklung; nimmt man ihn dagegen in einem offenen und fast glühenden Tiegel vor, so geht die Verbrennung ziemlich lebhaft von Statten. Jedenfalls wird Srst. absorbirt; der Stickst. bleibt frei; es bildet sich feste, feuerbeständige Borsäure, welche die inneren Theile des Bors umhüllt und dadurch seiner weitern Verbrennung Einhalt thut. Auch ist das Product schwarzbraun.

117. Die Kohle zeigt sich schon bei der gewöhnlichen T. nicht ohne Wirkung auf die atm. L.; verschluckt vielmehr ein Mehrfaches ihres Volumens davon bei dieser T. unter dem Druck von 76 Centimeter (94): es scheint selbst, daß sie mit der Zeit und unter dem Einfluß des Lichts Kohlens. damit hervorbringt (94); welche Säureerzeugung jedoch nur so schwach und langsam von Statten geht, daß sie erst nach mehrtägiger Berührung merklich wird. Ganz anders verhält es sich bei einer erhöhten T. Jedermann weiß, daß hier die Kohle plötzlich Feuer fängt, rasch verzehrt wird, verschwindet, und keinen andern Rückstand als ein wenig Asche läßt. Was wird bei dieser Verbrennung gebildet? Kohlens. oder Kohlenstofforyd, und der Stckst. bleibt frei zurück; Khls., wenn atm. L. in Ueberschuß vorhanden ist; Khlstoryd im entgegengesetzten Fall, wofern nur die Hitze sehr groß ist.

118. Wiewohl das Srstgas auf den Phosphor keine Wirkung unter + 20° bis 25° zeigt, so bemerkt man doch eine sehr bemerkenswerthe von der atm. L. auf diesen K. selbst unter Null Grad.

Bringt man atm. L. in Berührung mit dem Phosphor bei der gewöhnlichen T., so wird aller darin enthaltene Srst. allmälig verschluckt und es entsteht, 1) Unterphosphorsäure (acide phosphatique) die an sich fest ist, sich aber im W. der L. auflöst, sichtbar wird und sich in Gestalt eines Rauches niederschlägt; 2) eine Entwicklung von Licht und Wärmest., jedoch nur in so schwachem Grade, daß das empfindlichste Thermometer nur um einige Grade dadurch zum Steigen gebracht wird und man das Licht nur im Dunkeln bemerkt. 3) Stickstoffgas, mit sehr wenig Phosphor geschwängert, welches das nämliche Vol. als der reine Stickst. einnimmt. Diese Wirkungsart der atm. L. auf den Phosphor läßt sich sehr leicht nachweisen. Man fülle eine kleine Glocke mit Quecksilber, lasse eine gewisse Quantität atm. L., z. B. 200 Th. bei gegebener T. und gegebenem Druck, hineinsteigen; bringe dann einen Phosphorstengel und einen oder zwei Grammen W. hinein, die sich vermöge ihres geringen spec. Gewichts nach der Oberfläche des Quecksilbers erheben werden [1]). Bald treten alle erörterten Erscheinungen ein. Bemerkt man nach Verlauf von zwei bis drei Stunden keine Dämpfe mehr im Apparate, und erscheint der Phosphor, wenn man den Apparat mittelst einer Schale an einen dunkeln Ort trägt, nicht mehr leuchtend, so kann man den Proceß für geendigt ansehen. Um jedoch sicher zu seyn, daß aller Srst. absorbirt worden ist, warte man lieber noch einige Zeit. Mißt man dann den Rückstand und zieht die Veränderungen in T. und Druck, welche die Atmosphäre erfahren haben kann, in Rechnung (33 und 110), so wird man finden, daß er 158 bis 159 Th. beträgt, die man leicht als ganz aus Stickst. bestehend erkennt, oder worin sich wenigstens nur eine sehr kleine Quantität Phosphor entdecken läßt, der sich durch Schütteln in Quecksilber oder in einer Kaliaufl. sogleich auflösen wird.

119. Zur Erklärung des Vorstehenden ist die Annahme nöthig, daß der Stickst. die Verbrennung entweder dadurch befördert, daß er die Srstmolecule mehr von einander trennt, oder dadurch, daß er den Phosphor durch Verbindung mit ihm aufgelöst hält (98). Jedenfalls wird, da in jedem Augenblick nur sehr wenig Phosphor aufgelöst ist, auch in jedem Augenblick nur eine sehr schwache Entwicklung von Wärmest. und Licht Statt haben (80); und da die sich bildende Unterphos-

---

1) Etwas W. muß man deßhalb in Berührung mit dem Phosphor bringen, weil sonst die Verbrennung bald innehalten würde (120). Der Versuch muß darum über Quecksilber und nicht über W. angestellt werden, weil widrigenfalls sich aus diesem eine gewisse Quantität Stickst., welche es aufgelöst hält, entwinden könnte.

phorsf. viel V. zum W. hat, so bemächtigt sie sich des in der L. enthaltenen, und stellt mit ihm eine sehr saure Fl. dar.

120. Außer den so eben angeführten Beobachtungen über die Verbrennung des Phosphors in der atm. L., ist noch sehr erwähnenswerth folgende: daß die atm. L. durch diesen Körper nur dann zersetzt wird, wenn sie feucht, ja selbst nur, wenn sie in Berührung mit W. ist. Man lasse gewöhnliche L. in eine recht trockne und mit Quecksilber gefüllte Glocke treten, und nachdem man einen Phosphorstengel mit Josephpapier recht wohl getrocknet hat, lasse man ihn selbst unter die Glocke steigen; erst wird er weiße Dämpfe darin verbreiten und mit einem, im Dunkeln sehr merklichen, Licht brennen; allmälig aber werden diese Erscheinungen schwächer werden, so daß die atm. L. selbst nach vier und zwanzig Stunden noch viel Srst. enthalten wird. Bringt man jetzt etwas W. in die Glocke, so werden die Dämpfe sofort von Neuem erscheinen, der Phosphor wird im Dunkeln wieder leuchten, und bald wird aller Srst. absorbirt seyn. Wie wirkt hiebei das W.? Man könnte glauben, daß es die Verbindung des Phosphors und Srsts. vermittele, und daß die Unterphosphorf. nichts andres sey, als eine Verbindung von W., Phosphor und Srst.; es wirkt aber in der That nur dadurch, daß es die Unterphosphorf. auflöst, welche sich unaufhörlich auf der Oberfläche des Phosphors bildet, und wie eine Art Firniß seine Oberfläche überziehen würde, wenn die L. nicht feucht wäre. Diese aber zieht durch ihre Feuchtigkeit die S. im Augenblick, wie sie sich bildet, sogleich an sich und unterhält eine beständige Berührung zwischen dem nicht verbrannten Phosphor und der Luft. Der nachstehende Versuch thut dieß auf unzweifelhafte Weise dar. Nachdem ich zwei Glocken durch Erwärmung, und dadurch, daß ich mittelst eines Blasebalgs einen Luftstrom durch sie trieb, getrocknet hatte, füllte ich sie beide mit recht trocknem Quecksilber; ließ in die eine erst 300 bis 400 Th. ebenfalls trocknes Stickstoffgas steigen, und brachte dann einen, mit Josephpapier getrockneten, Phosphorstengel hinein, den ich über dem Quecksilber mittelst einer hohlen und oben trichterförmig ausgeweiteten Röhre erhielt. Endlich brachte ich noch 12 bis 15 Grammen durch das Feuer frisch geschmolzenes Chlorcalcium ein. Andrerseits füllte ich die andre Glocke zur Hälfte mit Srstgas; brachte ebenfalls 12 bis 15 Grammen frisch geschmolzenes Chlorcalcium hinein, und als ich nach Verlauf zweier Tage dieß Srstgas zum Theil in die Glocke übersteigen ließ, welches das Stickstgas und den Phosphor enthielt, ward der Phosphor plötzlich leuchtend und fuhr fort zu brennen, langsam zwar, aber doch länger als eine Stunde. Hier nun kann man nicht sagen, die Gasarten seyen nicht trocken gewesen; denn hätten sie selbst etwas Feuchtigkeit enthalten, so würde das Chlorcalcium ihnen dieselbe entzogen

haben. Eben sowenig kann man am Phosphor rückständige Feuchtigkeit vermuthen; denn selbst wenn einige Spuren derselben an ihm nach dem Abtrocknen zurückgeblieben wären, so würde er sie an die Luft und diese sie an das Chlorcalcium abgegeben haben. Ueberdieß wurde der Versuch mit Abänderungen wiederholt, ohne einen Unterschied in den Resultaten zu erhalten. Anstatt Chlorcalciums wandte ich Kalk an, dessen austrocknende Kraft sehr groß ist; anstatt des Stickstoffs nahm ich Wsstgas, um mittelst des Kalks oder des Chlorcalciums dem Phosphor das W. zu entziehn, was noch an ihm hasten geblieben seyn konnte. Anstatt Srstgases bediente ich mich atmosphärischer L. In allen Fällen fand die Verbrennung des Phosphors Statt: woraus sich ergiebt, daß der trockne Phosphor in der trocknen L. brennen kann, und daß mithin das W. nur durch Auflösung der Unterphosphorsäure, so wie sie sich bildet, wirkt.

121. Wenn der Phosphor sich des Srsts der atm. L. bei der gewöhnlichen T. nur langsam und mit einer Lichtentwicklung, die so schwach ist, daß sie nur im Dunkeln sichtbar wird, bemächtigt, so verschluckt er ihn dagegen über 35 bis 40° plötzl ich mit lebhaft erfolgender Verbrennung. Dann bildet sich nicht mehr Unterphosphors., sondern Phosphors. welche, da sie fest ist, ebenfalls den Stickst. gasförmig mit etwas Phosphordunst geschwängert, zurückläßt. Hiedurch erhält man ein sehr einfaches Mittel, nicht nur reines Stickgas zu erhalten, wie wir früher gezeigt haben, sondern auch die Quantitäten Srst. und Stickst. zu bestimmen, welche in die Zusammensetzung der atm. L. eingehen, wie wir sogleich erörtern werden: es reicht hin zu diesem Behuf, eine kleine gekrümmte Glocke mit Queckſilber oder mit W. zu füllen, eine gewisse Quantität atm. L., z. B. 100 Th. hineinsteigen zu lassen; dann 1 bis 2 Decigrammen Phosphor in den krummen Theil der Glocke zu bringen, sie mit der Weingeistlampe zu erhitzen, bis der Phosphor sich entzündet, und man einen leuchtenden Hof (une aréole lumineuse) auf die Oberfläche der Fl. herabsteigen sieht, welches nach Verlauf einiger Secunden Statt haben wird; den Apparat erkalten zu lassen und den Rückstand zu messen. Man wird finden, daß er 79 Th. beträgt, denen durch Schütteln mit Queckſilber oder W. Phosphor entzogen wird, ohne Aenderung ihres Volumens. Auch besteht die atm. L. aus dieser Quantität Stickst. mit 21 Srst., wozu noch höchstens ein Tausendtheil kohlens. Gas und eine sehr kleine Menge Wasserdunst als Bestandtheile zu rechnen sind.

122. Auf den Schwefel wirkt die atm. L. erst etwas über seinem Schmelzgrade; und giebt dabei zur Entstehung eines bläulichen Lichts und schwefelsauren Gases, dessen Geruch ausnehmend stechend, ja selbst erstickend ist, Anlaß. Der Schwefel verflüchtigt sich somit

nachdem er in Verbindung mit dem Srst. der atm. L. getreten ist und bleibt mit dem Stickst. gemengt. Es lassen sich diese Ergebnisse ebenfalls in einer kleinen gekrümmten Glocke nachweisen. Nachdem man sie mit Quecksilber gefüllt hat, lasse man 100 Th. atm. L. hineinsteigen; bringe ein kleines Stück Schwefel in ihren krummen Theil und erhitze denselben an der Weingeistlampe. Kurz nachdem er geschmolzen ist, wird er mit Flamme brennen und bald auslöschen. Läßt man dann den Apparat erkalten und mißt das Gas, so findet man 99 Theile desselben bestehend aus 20 Th. Säure und 79 Th. Stickst., deren Trennung man durch W. bewerkstelligt; indem die S. sehr aufl., der Stickst. aber fast unaufl. darin ist.

122 bis. Das Selen erfährt bei der gewöhnlichen T. keine Wirkung durch die Berührung der atm. L.; nur unter Mitwirkung der Hitze verschluckt es Srst. daraus, und zwar nur unter sehr starker. Man erhitze z. B. das Selen in einem Schälchen oder einer Retorte, deren Hals nicht verschlossen ist; es wird sich verflüchtigen ohne oxydirt zu werden, und in einen rothen, geruchlosen Rauch verdichten, wie wir früher erwähnten (103 bis). Kommt aber ein brennender Körper mit dem Dunst in Berührung, so färbt er die Ränder der Flamme azurblau und verbreitet einen starken Geruch nach verfaultem Rettig, der ein sichres Kennzeichen der Bildung einer mehr oder minder großen Menge von Selenoxydgas ist. Es giebt noch eine andre Art, den Srst. der atm. L. mit dem Selen zu verbinden. Man erhitze nämlich dasselbe in einer Phiole voll atm. L. und halte sie verschlossen, bis ein großer Theil des Körpers sich in Dampf verwandelt hat. Man bemerkt dann, daß sich nicht blos Oxydgas bildet, sondern auch etwas Selens.; auch nimmt das W., dessen man sich zum Auswaschen der Phiole bedient, den Geruch von verfaultem Rettig an und röthet die Lackmustinktur (Berzelius).

123. Das Jod und der Stickst. sind ganz ohne Wirkung auf die atm. L.; dasselbe gilt vom Chlor, wofern nämlich die L. rein ist. Wäre dieß nicht der Fall, enthielte sie z. B. vegetabilische oder thierische Stoffe, die in ihr schwebten, so würde das Chlor sofort auf diese wirken, und sie zerstören: eine Eigenschaft, auf welche sich die Räucherungen gründen, zu denen man sich jetzt so häufig dieses energischen Mittels bedient.

124. Gewinnung. — Es wird oft erforderlich, sich L. von einem Orte zu verschaffen, um die Eigenschaften derselben zu untersuchen und sie chemisch zu zerlegen. Dieß läßt sich ganz leicht bewerkstelligen, wenn man an diesen Ort selbst gelangen kann, indem man nur ein Gefäß voll W. daselbst zu leeren und es darauf zu verschließen hat. Wie aber sich helfen, wenn sich nicht oder nur sehr schwer an

Ort und Stelle gelangen läßt? wenn man z. B. Luft von dem Boden eines Brunnens oder einer tiefen Höhle haben wollte? dann muß man eine Flasche voll Wasser an Schnuren hinablassen, deren Hals in ein, gleichfalls mit W. gefülltes, Cylindergefäß taucht. Zieht man dann eine Schnur in die Höhe, so entleert sich die Flasche ihres Wassers und füllt sich mit L.; läßt man dann die Schnur wieder nach, so taucht der Hals aufs Neue in das Wasser, worauf man den Apparat nur noch heraufzuziehen hat, wie man ihn vorher herabgelassen hatte.

125. Zusammensetzung. — Wiewohl wir die Zusammensetzung der atm. L. schon angegeben haben, müssen wir doch jetzt auf sie zurückkommen, um sie durch Erfahrung nachzuweisen. Ja wir werden besonders umständlich davon handeln, da sie einen der wichtigsten und folgereichsten Gegenstände abgiebt.

Die atmosphärische Luft ist nichts andres als ein Gemeng aus 21 Theilen Erstgas und 79 Th. Stickgas einigen Spuren Kohlensäure und einer sehr kleinen Quantität W. in Dunstgestalt, welche sich nach Beschaffenheit der T. ändert.*) Wir wollen uns zuvörderst mit Erkenntniß dieser verschiednen Körper beschäftigen.

Daß die atmosphärische L. Erst. und Stickst. enthält, läßt sich auf sehr viele Arten darthun, am einfachsten und directesten indeß wohl so, daß man sie mit Queckſilber in einem Apparate erhitzt, in dem sich alle Producte auffangen lassen, wie ein solcher auf Taf. XV, Fig. 1, vorgestellt ist. Er besteht aus einer Retorte (mit Sförmig gekrümmtem Halse), einer Glocke, und einem Queckſilberbade. Die Retorte wird auf den Ofen gestellt, nachdem man hundert Grammen (1610, 45 Gran Nürnb. Med. Gew.) Queckſilber hinein gethan hat, wo dann der übrige Raum in ihr mit atm. L. gefüllt bleibt. Ihre Capacität kann drei Viertheile eines Litres (ungefähr 38 Kub. Zoll) betragen. Der aufwärts gebogene Theil ihres Halses tritt unter die Glocke und erhebt sich bis zu ihrem obern Theile. Die Glocke selbst taucht, wie man sieht, mit ihrem untern Theile in das Queckſilberbad; ihre Capacität ist nur die Hälfte von der der Retorte; das Queckſilber erhebt sich bis zu zwei Drittheilen ihrer Höhe darin, und die Luft füllt den darüber befindlichen Raum aus. Nach so getroffener Einrichtung giebt man Feuer unter der Retorte, und erhält die T. fünf Tage hindurch auf einem, dem Siedpuncte des Queckſilbers nahe kommenden, Grade. Zuerst dehnt sich die L. aus und geht zum Theil in die Glocke über; einige Zeit nachher beginnt die Verschlu-

---

*) In der Ostseeluft und in der Nachbarschaft von Salinen hat man auch Salzsäure in der atm. L. bemerkt.

ckung von Gas, ist gegen den zweiten Tag sehr merklich, und zu Ende des fünften geendigt; wo sich dann ziemlich der sechste Theil der Luft, mit welcher man operirt hat, verschwunden zeigt. In der Retorte erscheint dann eine große Menge kleiner rother Schuppen, welche der Verbindung des Metalls mit dem verschluckten Theil der L. ihren Ursprung verdanken. Denn setzt man sie in einer ganz kleinen Glasretorte, deren Hals mittelst einer Röhre mit einer Glocke voll W. in Verbindung steht (Taf. XV. Fig. 2), einer Hitze aus, welche der Glühhitze nahe kommt, so verwandeln sie sich in Quecksilber, das sich verflüchtigt und im Hals der Retorte verdichtet, und in Gas, welches unter die Glocke tritt und genau das Volumen einnimmt, welches im vorigen Versuche verschwunden war. Da nun aber ein Theil der atm. L., welche in der Retorte im ersten Versuch enthalten war, sich mit dem Quecksilber zu verbinden vermag, während sich der andre unfähig dazu zeigt, so muß nothwendig eine große Verschiedenheit zwischen beiden Statt finden. Dies läßt sich auch leicht durch eine angezündete Kerze zeigen. Man tauche eine solche in das Gas, welches vom Quecksilber verschluckt und dann wieder entbunden worden war; sie wird sehr lebhaft brennen; eingetaucht dagegen in das, welches nicht vom Quecksilber verschluckt wird, sofort erlöschen. Das erste Gas wird Erstgas seyn, mit etwas atm. L., welche in den Gefäßen enthalten war, gemengt, das zweite Stickgas mit etwas Erstgas und kohlensaurem Gas, welche der Wirkung des Quecksilbers entgangen waren. Durch Mengung beider wird man eine elastische Fl. erhalten, welche in Allem der atm. L. gleicht.

An dem Wassergehalte der atm. L. läßt sich auf keine Weise zweifeln, da man das W. unaufhörlich sich in dieselbe verflüchtigen und wieder daraus niederschlagen sieht. Es fällt aus den Wolken, dringt durch den Boden, sammelt sich in unterirdischen Höhlen, und tritt wieder aus ihnen hervor, um die Quellen, Flüsse, Meere zu bilden, sich abermals zu verflüchtigen und wiederum niederzuschlagen. Steigt die T., so erhält die Atmosphäre das Vermögen, eine neue Quantität Dunst aufzunehmen; kühlt sie sich dagegen plötzlich ab, so ist der Regen nicht fern. Auch braucht man nur eine Frostmischung in ein Gefäß zu thun, z. B. drittehalb Pfund Eis und ein Pfund gut gestoßenes Salz in einem Cylinderglase zu mengen, um die Oberfläche des letztern nach einigen Minuten mit kleinen Krystallen festgewordenen Wassers beschlagen zu sehen. Die feuchte L. ist immer leichter, als die trockne, aus dem einfachen Grunde, daß die Dichtigkeit der atm. L. sich zu der des Dunstes wie 1 zu 0,620 verhält.

Eben so leicht als die Gegenwart des Wassers läßt sich auch die der Kohlens. in der atm. L. nachweisen. Wie könnte dieselbe auch

darin fehlen, da sie zu den Producten des Athmens, der fauligen Zersetzung und der Verbrennung von Holz und Kohle gehört? Indeß wollen wir uns nicht auf Wahrscheinlichkeitsgründe verlassen; da uns überzeugende Versuche zu Gebote stehen. Der folgende ist entscheidend: man setze acht bis zehn Litres Kalkwasser in einer Schüssel an die atm. L., rühre die Auflösung von Zeit zu Zeit um, um die Häutchen, welche sich an der Oberfläche bilden, zu zerstören, und man wird binnen vier und zwanzig Stunden so viel kohlens. Kalk abgesetzt erhalten, daß sich eine beträchtliche Menge Kohlensäure daraus gewinnen läßt. Dieses Gas nun kann weder aus dem Glase noch aus dem Kalkwasser herrühren, welche nichts davon enthalten, mithin muß es aus der Luft gekommen seyn.

125 bis. Nachdem die Beschaffenheit der Bestandtheile in der atm. L. ausgemittelt ist, müssen wir auch ihre Verhältnisse finden. Das Verhältniß des Srsts läßt sich durch jeden K. ausmitteln, welcher fähig ist, in tropfbarem oder festem Zustande den Srst. zu verschlucken ohne auf das Stickgas zu wirken. Am vortheilhaftesten hiezu jedoch ist die Anwendung des Phosphors und noch mehr des Wsstgases. Wir haben die Analyse der L. durch letztres schon beschrieben (115); das Verfahren dabei ist ganz einfach: man nimmt ein Wasser- oder Queckſilbereudiometer (s. Beschr. der Apparate, Art. Eudiometer), bringt eine gewisse Quantität atm. L. und einen Ueberschuß Wsstgas hinein, läßt einen elektrischen Funken durch das Gemenge schlagen und mißt den Rückstand. Dieser abgezogen vom ursprünglichen Vol. des Gemenges giebt als Differenz das Vol. des verschluckten Gases, und dividirt man dieß mit drei, so erhält man zum Quotienten die Quantität Srst., welche ihrerseits vom Volumen der atm. L., das zum Versuche angewandt wurde, abgezogen, die Quantität Stckst. giebt.

Eben so kann man sich auch des Phosphors auf die Art bedienen, wie wir sie bei Abhandlung der Wirkung des Phosphors auf die atm. L. angegeben haben. Man bringe also den Phosphor in Berührung mit einer gewissen Quantität atm. L., entweder in der Wärme (122), oder in der Kälte (118.). Im ersten Fall kann man über W. oder über Queckſilber operiren, im zweiten aber nur über Queckſilber: denn da der Versuch von langer Dauer ist, so könnte das W. einen Theil des Stickstoffs entweichen lassen, den es in Aufl. hält.

Durch Anwendung dieser Mittel erkennt man, daß allenthalben auf der Erdoberfläche wie in den höhern Luftschichten, sich das Vol. des Srsts zu dem des Stickgases in der atm. L. wie 21 zu 79 verhält.

Wiewohl sich in jedem Augenblick durch thierische wie vegetabili-

sche Processe viel kohlens. Gas entbindet, welches in die Atm. übergeht, so ist doch kaum $\frac{1}{1000}$ von diesem Gas in der atm. L. vorhanden; welches daher rührt, daß die Vegetabilien die Eigenschaft besitzen, sich den Khlst. daraus anzueignen und den Sauerstoff derselben frei zu machen; eine der merkwürdigsten Erscheinungen, welche die Unveränderlichkeit der Verhältnisse zwischen den Bestandtheilen der Atm. erklärlich macht. Weil aber die Atm. nur eine so kleine Quantität Khls. enthält, so muß man, um dieselbe zu schätzen, ein großes Vol. atm. L. anwenden. Unter allen Verfahrungsarten ist das beßte das, sich einen großen, mit einem Hahn versehenen, Ballon zu verschaffen, dessen Capacität man kennt; eine wäßrige Barytaufl. hineinzubringen, ihn zu verschließen und fünf bis sechs Minuten lang zu schütteln. Nach Verlauf dieser Zeit pumpe man ihn so luftleer als möglich mittelst einer Röhre aus Leder oder Bley, welche sich auf der einen Seite mit einem Hahn, auf der andern in eine kleine Glocke endigt (S. Zusammensetzung des Wassers, 287); Nach bewerkstelligter Luftleere füllt man den Ballon mit atm. L., indem man sein Inneres in Gemeinschaft mit der Atm. setzt; verschließt ihn, schüttelt ihn von Neuem u. s. f. fünf und zwanzig, bis dreißig mal.

Bei jedem Mal bemächtigt sich der Baryt der Kohlens., welche mit der atm. L. in den Ballon getreten ist, und bildet damit unaufl. basischen kohlensauren Baryt; so daß sich nach der Quantität desselben, welche entstanden ist, die Quantität Kohlens. berechnen läßt, welche in der Luft enthalten war, indem man weiß, daß der basische kohlensaure Baryt aus 21 Khls. und 79 Baryt zusammengesetzt ist [1]).

Dieser Versuch wurde im Dec. 1812 an einem ziemlich schönen Tage in einem Ballon von 9,592 Litres, mit Luft, die von der Höhe eines kleinen Berges, entfernt von bewohnten Orten, genommen

---

1) Ein Theil des basischen kohlensauren Baryts bleibt in der Fl. schweben, und der andre hängt sich an die Wände des Ballons an. Um den ersten Theil zu erhalten, gießt man die Fl. in eine Flasche mit dem Wasser, dessen man sich zum Auswaschen des Ballons bedient hat und verschließt die Flasche. Das basische kohlensaure Salz setzt sich im Verlauf einiger Tage vollkommen ab, worauf man die sehr helle Fl. abgießt. Man gießt darauf W. auf das Abgesetzte, gießt es ab, wie das erste, wenn es sehr klar ist; endlich läßt man das Salz in einem Schälchen trocknen und wiegt es.

Um den zweiten Theil zu erhalten, gießt man eine kleine Quantität schwache Salzs. in den Ballon, und bewegt sie so an seinen Wänden hin, daß sie allen kohlensauren Baryt auflöst. Darauf gießt man die Aufl. in ein Gefäß, wäscht den Ballon aus, schüttet das Waschwasser zur Aufl. hinzu und setzt nun eine Aufl. von reinem basischen kohlensauren Kali zu. Hiedurch stellt man den ganzen basischen kohlensauren Baryt, den man durch die Salzs. zersetzt hatte, wieder her; er schlägt sich nieder; man wäscht ihn durch Decantiren (Abgießen) aus, trocknet ihn, und wiegt ihn, wie den vorigen.

war, angestellt. 813,08 Grammen Barytaufl. wurden hineingegossen; und die Luft dreißigmal erneuert; wo sich dann nach allen erforderlichen Reductionen ergab, daß man mit 288, 247 Litres atm. L. bei der T. von 12°, 5 und unter dem Druck von 0,76 Meters, oder mit 357, 532 Grammen operirt hatte. Das Resultat waren 0,966 Grammen basischen kohlensauren Baryts, worin 0,203 Khls. enthalten war, wonach denn die atm. L. $\frac{1}{1781}$ ihres Gewichts an Kohlensäure enthalten würde [1]).

Während man stets die nämlichen Quantitäten Srst. und Stickst in der atm. L. findet, wenigstens in derjenigen, welche sich in freier. Bewegung befindet, zeigt sich dagegen ihr Gehalt an Wasserdunst nach Maßgabe der mehrern oder mindern Feuchtigkeit der Orte, die sie durchstreicht, und der höhern oder niedern T., die sie hat, sehr veränderlich. Selten ist sie mit W. gesättigt. Nur bei Regen- oder Nebelwetter dürfte dieß der Fall seyn; auch vermag sie fast immer noch eine neue Quantität Dunst aufzunehmen, namentlich im Sommer. Das Hygrometer, mit welchem Saussure und Deluc so viel Untersuchungen angestellt haben, giebt zwar die äußersten Puncte der Trockenheit und Feuchtigkeit in der atm. L. zu erkennen; auch ob die

---

1) Bei Anführung dieses Versuchs in der ersten Ausgabe, sagte ich: „diese Quantität Khls. scheint mir so klein zu seyn, daß ich besorge, man habe die Barytaufl. nicht lange genug mit der L. geschüttelt und es sey in letztrer noch ein Antheil Khls. zurückgeblieben." Die Versuche müssen also wiederholt werden.

Dieß ist durch Theodor von Saussure geschehen, aber mit abgeänderter Verfahrungsart. Die Luft wurde in der Mitte des Tages vier Fuß über dem Boden, auf einer großen trockenen und luftigen Wiese, eine Lieue von Genf, an den Ufern des Sees genommen. Folgendes sind die Resultate, die er erhielt, wobei der Säuregehalt des basischen kohlens. Baryts zu 22, pr. C. angenommen ist:

Im Winter gaben 10,000 Volumtheile atm. L.

Den 31. Jan. 1809, bei der T. von	— 5°,0	4,57	Theile khls. Gas.
Den 2. — 1811, — — —	— 6°,0	4,66	
Den 7. — 1812, — — —	+ 1°,2	5,14	

Das Mittel aus diesen Beobachtungen giebt 4,79 Th. kohlens. Gas als den Gehalt in 10,000 Volumth, atm. L. an.

10,000 Gewichtstheile der nämlichen Luft enthalten sonach 7,28 dieser S.

Im Sommer gaben 10,000 Volumtheile L.

Den 20. Aug. 1810, — — —	—	22° 7,79	Theile khls. Gas.
Den 27. Jul. 1811, — — —	—	22° 6,47	
Den 15. — 1815, — — —	—	29° 7,13	

Im Mittel nun zwischen diesen Beobachtungen enthalten 10,000 Volumtheile atm. L. 7,13 Th. Khls.; 10,000 Gwthle der nämlichen L. 10,83 Thle Khls.

Diesen Resultaten zufolge ist der Gehalt an Khls. in der Atm. weit größer im Sommer, als im Winter. (Annales de Chim. et de Phys., tom. II, pag. 199; und tom, III, pag. 170).

Luft an einem Orte feuchter als an einem andern ist, giebt aber kein Maß für die wirklich in der Luft enthaltenen Quantitäten Dunst ab, weil man das Verhältniß nicht gehörig kennt, welches zwischen diesen Quantitäten, dem Gange des Hygrometers und dem des Thermometers Statt findet. Gay-Lussac hat zwar eine Arbeit begonnen, die die genaue Bestimmung dieses Gegenstandes zum Zweck hat, leider aber erst die Resultate bekannt gemacht, die er für die T. von 10° C. gefunden. Man kann die Tabellen darüber in Biots Lehrb. der Physik. I. S. 287 und 288 finden. Uebrigens muß man sich erinnern, daß in allen Fällen, wo die L. mit Dunst gesättigt ist, sich dessen Gewicht sehr leicht durch Berechnung bestimmen läßt. (113).

126. Nutzen. — Es giebt keinen Körper von wichtigerm und ausgebreiteterm Nutzen, als die atm. L. Nur aus den Hauptgesichtspuncten wollen wir denselben betrachten. Wir verschaffen uns aus der Luft mittelst Verbrennung von Holz, Oel, Wachs, Fett alle künstliche Hitze und Licht, dessen wir benöthigt sind. Durch sie bewirken wir die Verkalkung der Metalle, das Rösten der Erze, die Abscheidung des Schwefels und Arseniks, jenes als schwefliger Säure, dieses im Zustande von Deutoxyd (arsenige S., weißer Arsenik). Aus der Luft rührt aller Srst. her, der in die Zusammensetzung der Schwefelsäure eingeht. Die Luft ist ein nothwendiges Agens zur Bereitung verschiedener Farben, namentlich des Indigs und des Scharlachs; sie giebt ihnen Glanz und Lebhaftigkeit. Die Seide und Leinwand wird durch ihren Zutritt gebleicht. Alle Thiere athmen sie unaufhörlich ein; keins vermöchte ohne L. zu leben. Nicht minder bedürfen sie die Pflanzen; diese zersetzen namentlich die darin enthaltene Kohlensäure, eignen sich den Kohlenstoff daraus an und scheiden den Sauerstoff ab. Da die Luft fast nie mit Wasser gesättigt ist, so wendet man sie oft zum Trocknen vieler Korper, ja selbst zu Concentration der Flüssigkeiten an: so concentrirt man das Meerwasser in den sogenannten Salzplantagen (marais salans) durch den Luftzutritt in dem Grade, daß das Salz sich freiwillig daraus abscheidet. Endlich wendet man auch die Luft als bewegende Kraft an; ihre Betrachtung jedoch in dieser Hinsicht liegt außer unserm Gebiete.

†. Von der Absorption der Gasarten *).

126 Unter Verschluckung, Absorption im Allgemeinen versteht man zwar jede chemische oder mechanische Verbindung elastischer Flüssigkeiten mit tropfbar flüssigen oder starren Körpern, wobei erstere ihre elastisch flüssige Form einbüßen, daher auch z. B. die Aufnahme des Sauerstoffgases vom Phosphor und andern verbrennlichen Körpern, welche die Entstehung der Oxyde bedingt, hieher zu rechnen ist, jedoch soll hier blos die Absorption der Gasarten in so weit betrachtet werden, als sie nicht zur Entstehung von solchen Producten, deren Eigenschaften von denen der Bestandtheile deutlich verschieden sind, Anlaß geben, und, wenigstens dem ersten Anblick nach, mehr auf mechanischer Verbindung zu beruhen scheinen; wenn sich auch mit Grund annehmen läßt, daß bei jeder Absorption die chemische V. mit im Spiele ist.

Je nachdem der absorbirende Körper tropfbar flüssig oder fest ist, lassen sich zwei Hauptfälle der Absorption unterscheiden.

I. Absorption der Gasarten durch tropfbare Flüssigkeiten **).

a) Verschluckung der Gasarten durch Wasser.

Um zu erfahren, in welcher Menge das Wasser die verschiedenen Gasarten bei verschiedenen äußern Umständen verschluckt, ist vor allen Dingen vollkommen reines Wasser nöthig, nämlich solches, welches nicht blos durch Destillation von salzigen und anderen Theilen befreit ist, sondern auch nichts mehr von demjenigen Stickgas, Sauerstoffgas und kohlensauren Gas enthält, welches jedes, dem Luftzutritt ausgesetzte Wasser aus derselben aufgenommen hat. Hievon wird es befreit durch Kochen oder durch Aufhebung des Luftdruckes, oder durch beides zugleich. Henry kochte das Wasser mehrere Stunden lang in einem zinnernen Gefäß mit enger Oeffnung, füllte mit dem noch kochenden Wasser Glasgefäße völlig an, und verschloß sie luftdicht mit Pfropf und Blase. Saussure setzte eine mit Wasser gefüllte Flasche offen

---

*) Ich habe geglaubt, dieß Kapitel, welches von Thénard nur beiläufig mit unter dem Artikel Kohlenstoff nach Saussures Angabe abgehandelt war, dürfte schicklicher seinen Platz hier nach Betrachtung der Gasarten im Allgemeinen finden, und etwas mehr Ausführlichkeit verdienen. Deßhalb habe ich vorgezogen, diesen Artikel aus der neuen Auflage von Gehlers physik. Lexikon auszugsweise aufzunehmen, wo er sehr vollständig behandelt ist.

**) Eine vollständige Literatur über diesen Gegenstand findet sich in Gehlers Wörterb. I. S. 84. 85.

in ein größeres mit Wasser gefülltes Gefäß, kochte beide 3 Stunden lang, verschloß die ganz gefüllte Flasche noch unter dem Wasser des größeren Gefäßes mit einem Glasstöpsel und stellte sie so umgekehrt in Quecksilber. Er fand jedoch, daß dieses Wasser noch etwas Luft enthielt, welche in den, durch Zusammenziehen des Wassers beim Kaltwerden entstandenen, leeren Raum trat, und beim Oeffnen der Flasche und Hereinlassen von Quecksilber eine kleine, bald wieder vom Wasser verschluckt werdende, Luftblase darstellt. Priestley erhitzte Wasser wiederholt im torricellischen Vacuum, und ließ die dabei jedesmal austretende Luft durch Umkehren der Röhre und Auffüllen mit Quecksilber heraus.

Mit diesem ausgekochten Wasser verfuhr Saussure *) bei allen Gasarten, von denen 1 Maß Wasser mehr als $\frac{1}{7}$ Maß aufnimmt, folgendermaßen: Er leitete sie in eine mit Quecksilber gefüllte Röhre von 4 Centimeter innerm Durchmesser, ließ dann von Wasser eine 5 bis 6 Centimeter hohe Säule hinzutreten, schüttelte und bestimmte die Absorption erst nach einigen Tagen.

Minder verschluckbare Gasarten füllte er in eine Flasche M von 250 Cubic-Centimeter Inhalt, deren Gewicht im leeren und mit W. gefüllten Zustande genau bestimmt war, erhielt diese $\frac{1}{2}$ Stunde lang umgekehrt unter dem W. der Wanne, um ihr dessen T. zu ertheilen, verschloß sie dann an der Oberfläche des Wassers mit einem luftdicht passenden gläsernen Stöpsel; hierauf ließ er aus dieser Flasche M ungefähr $\frac{1}{6}$ des Gases unter Quecksilber in einen mit Quecksilber gefüllten Recipienten steigen, welches $\frac{1}{6}$ er hierauf über der Wasserwanne in eine, mit Wasser gefüllte, Flasche N leitete, deren Abwägung (in ganz mit Wasser gefüllten Zustande) vor und (im zum Theil Gas haltenden Zustande) nach der Einfüllung des Gases den Umfang des letzterm (im Wassergewicht) zu erkennen gab. Hierauf leitete er über Quecksilber in die Flasche M soviel ausgekochtes Wasser, daß alles Quecksilber, welches die Stelle des herausgelassenen Gases vertreten hatte, wieder heraus getrieben ward. Wurde nun die Flasche M an der Oberfläche des Wassers verschlossen und gewogen, so ergab sich der Umfang des hineingetretenen Wassers. Die Flasche M in einer Zange gehalten, wurde $\frac{1}{4}$ Stunde lang heftig geschüttelt, dann durch längeres Eintauchen in die Wasserwanne auf die ursprüngliche Temperatur gebracht, dann in umgekehrter Lage (bei gleichem Niveau des Wassers in der Flasche und in der Wanne) geöffnet, und wieder verschlossen. Hiebei war soviel Wasser in dieselbe getreten, als Gas absorbirt wor-

---

*) Die Verfahrungsarten von Henry und Delton finden sich beschrieben in Gehlers phyfik. W. I. 42. 45.

den war, und der Unterschied zwischen dem Gewichte der Flasche M vor und nach dem Oeffnen unterm Wasser gab den Umfang des absorbirten Gases in Wassergewicht zu erkennen.

Die Menge von Gas, welche das Wasser aufnimmt, hängt ab 1) von der Natur des Gases, 2) vom äußern Druck, 3) von der Temperatur, 4) von der Gegenwart anderer Gasarten.

Setzen wir letztere drei Umstände gleich, werden z. B. die Versuche bei gewöhnlicher T. und gewöhnlichem Luftdruck mit unvermengtem Gase angestellt, so zeigen die verschiedenen Gasmengen, welche von derselben Menge Wasser verschluckt werden, den Einfluß an, welchen die Natur der Gase auf ihre Verschluckbarkeit durch W. äußert.

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Angaben über die Verschluckbarkeit der Gasarten durch Wasser. Henry stellte seine Versuche bei 15,5° C an; Saussure bei 18°; H. Davy bei 10°; Thomson bei 16°; Gay-Lussac bei 20°; Gay-Lussac und Thénard bei 11°. Bei den übrigen ebenfalls bei gewöhnlicher Temperatur und Luftdruck angestellten Versuchen, ist der genauere Temperaturgrad nicht bemerkt worden:

	1 Maß Wasser absorbirt Maße Gas				
nach	Dalton,	Henry,	Sauss.,	Davy	
Fluorborongas . . .	——	——	——	——	700 J. Davy.
Ammoniakgas . . .	——	——	——	670	780 Thomson.
Salzsaures Gas . .	——	——	——	480	516 Thomson.
Fluorsiliciumgas . .	——	——	——	——	263 J. Davy.
Schwefeligsaures Gas	20	——	43,78	30	33 Thomson.
Chlororydgas . . .	——	——	——	——	über 7 Stadion.
Cyangas	——	——	——	——	4,5 Gay-Lussac.
Chlorgas	2 ungef.	——	——	——	—— ——
Hydroselensaures Gas	——	——	——	——	über 3 Berzelius.
Hydrothionsaures Gas	1	1,08	2,53	——	3 Gay-Lussac u. Thénard.
Kohlensaures Gas .	1	1,08	1,06		
Stickstoffprotoryd . .	1	0,86	0,76	0,54	
Oelerzeugendes Gas .	0,125	——	0,155		
Phosphorwasserstoffgas	0,125	0,0214	——	0,025	0,018 Gangarbre.
Orydirtes Khlwsstoffgas	——	——	0,051		
Kohlenwasserstoffgas .	0,037	1,014	——		
Sauerstoffgas . . .	0,037	0,037	0,065		
Stickoxydgas . . .	0,037	0,050	——	0,10	
Stickgas	0,0156	0,0153	0,042		
Kohlenoxydgas . . .	0,0156	0,0201	0,062	0,02	
Wasserstoffgas . . .	0,0156	0,0161	0,046		

Nach Daltons späteren Bestimmungen verschluckt ein Maß W. 0,037 bis 0,04 Maß Sauerstoffgas, 0,025 Maß Stickgas und 0,02 Maß Wasserstoffgas. Doch glaubt er, daß Saussure die Absorbirbarkeit der minder verschluckbaren Gasarten immer zu groß gefunden habe, theils, weil er eine zu große Menge Gas mit zu wenig Wasser zusammenbrachte, wo die Differenz minder genau zu bestimmen war, theils weil er die Flasche M wahrscheinlich zuerst in trockenem Zustande gewogen habe, während, wenn sie nachher über W. mit Gas gefüllt ist, an ihren Wandungen Feuchtigkeit hängt, wodurch der Gasumfang verkleinert wird.

Dalton nimmt auch an, das Wasser könne durch Schütteln mit einem Gase übersättigt werden; wenn man z. B. ausgekochtes Wasser mit Luft 10 Tage lang ohne Schütteln zusammenstellt, bis keine Verschluckung mehr Statt findet, so erfolgt jetzt beim Schütteln neue Verschluckung, welche $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{12}$ der vorigen beträgt.

Nach de Marty läßt sich das Wasser weder mit Sauerstoffgas noch mit Wasserstoffgas sättigen. Hat man Wasser in einer Flasche mit Glasstöpsel durch Schütteln völlig mit Sauerstoffgas gesättigt, so absorbirt es, nach 2 bis 3 Tagen, aufs neue damit geschüttelt, wieder eine kleine Menge, um so mehr, je größer der Zwischenraum, so daß das Wasser in einer Flasche, die $1\frac{1}{2}$ Jahr gestanden hatte, beim Schütteln fast seinen halben Umfang aufnahm. Er leitet dieses von einer immer stärkern Verdichtung des absorbirten Sauerstoffgases ab. (Bildet sich hier Wasserstoffhyperoxyd, oder war organische Materie im Spiel?) Eben so verhält sich Wasserstoffgas; nach 2 Jahren war der Umfang des absorbirten Wasserstoffgases noch nicht ganz dem des Wassers gleich; beim Stickgas zeigt sich nach de Marty diese auffallende Erscheinung nicht.

Hinsichtlich des Einflusses, welchen der äußere Druck auf die Gasmengen ausübt, die vom W. verschluckt worden, hat Henry folgendes, von Dalton und Saussure erpropte, einfache Gesetz aufgefunden.

Das Wasser nimmt von irgend einem Gase bei derselben Temperatur immer dasselbe Volumen auf, der äußere Druck sey, welcher er wolle. Wird z. B. der gewöhnliche Luftdruck zur Hälfte aufgehoben, und dadurch das Gas um das Doppelte ausgedehnt, so wird das W. von demselben dem Gewicht nach nur halb so viel aufnehmen, als bei gewöhnlichem Luftdruck; ist der äußere Druck umgekehrt, z. B. verdreifacht, und dadurch das Gas auf $\frac{1}{3}$ seines gewöhnlichen Umfanges gebracht, so wird von diesem das W. dem Gewicht nach dreimal so viel verschlucken, als bei gewöhnlichem Luftdruck. Diesen Satz beweisen 50 von Henry mit Sauerstoffgas, mit hydrothionsaurem und kohlen-

saurem Gas und mit Stickstoffprotoxydgas angestellte Versuche. So fand auch Saussure, daß vom kohlensauren und wieder vom schwefeligsauren Gas dem Umfang nach gleich viel verschluckt wurde, sie mochten sich unter dem gewöhnlichen Luftdrucke oder in einer zum Theil mit Quecksilber gefüllten Barometerröhre unter einem ungefähr nur halb so großen Druck befinden.

Hieraus folgt: 1) daß, um Wasser mit der größtmöglichen Menge irgend eines Gases zu verbinden, man dieses einem möglichst starken äußern Druck auszusetzen hat, wie dieses schon Priestley fand, und worauf die Anwendung von Compressionsmaschinen bei Bereitung künstlicher Sauerwässer beruht. 2) Daß das bei gewöhnlichem Luftdruck mit einem Gase gesättigte Wasser unter der Luftpumpe bei 100 facher Verdünnung noch $\frac{1}{100}$ des Gases, und bei noch größerer Verdünnung kaum noch etwas davon zurückhalten wird, aber doch durch bloße Luftverdünnung kein ganz gasfreies W. erhalten werden könne, wie dieß auch durch Henry's und Priestley's Erfahrungen wirklich bestätigt wird.

Jedoch ist dieses Henrysche Gesetz nur auf solche Gasarten anwendbar, die nur zu 1 Maß oder zu weniger von 1 Maß Wasser verschluckt werden. Wasser dagegen, welches mit einer andern Gasart, z. B. mit salzsaurem oder Ammoniakgas gesättigt ist, drückt zwar, in die Torricellische Leere gebracht, durch Gasentwickelung das Quecksilber etwas herunter (das wässrige Ammoniak nach Thomson um 254 Millim.), und entwickelt zwar auch einen Theil seines Gases bei Verminderung des Luftdruckes unter der Luftpumpe, jedoch lange nicht im Verhältniß dieser Verminderung nach obigem Gesetze, und das, noch den größten Theil des Gases haltende, Wasser läßt kein Gas mehr fahren, sondern verdampft nun als Ganzes.

Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Menge, welche das Wasser von irgend einem Gase aufnimmt, sind folgende Erfahrungen bekannt.

Henry brachte in folgenden 9 Versuchen jedesmal 100 Maß W. mit verschiedenen Mengen von kohlensaurem Gas bei verschiedenen Temperaturen zusammen, wo folgende Gasmengen absorbirt wurden.

Versuch.	Temperatur C.	Angewandtes kohlensaures Gas. Maße.	Absorbirtes kohlensaures Gas. Maße.	Uebrigbleibendes kohlensaures Gas. Maße.
1	12,8° C.	246	108	138
2	29,5°	246	84	162
3	12,8°	185	108	77
4	12,8°	150	100	50
5	12,8°	100	90	10
6	12,8°	100	84	16
7	29,5°	100	70	30
8	43,4°	200	60	140
9	43,4°	100	45	55

Obgleich diese Versuche nicht genau zu Einem Resultate zusammenstimmen, so sagen sie doch bestimmt aus, daß mit der Erwärmung die Absorbirbarkeit der Gasarten durch das Wasser vermindert wird, und zwar ist dieses nicht blos dem Gewicht nach zu nehmen, sondern sogar dem Maße nach, da Henry ohne Zweifel, ob er es gleich nicht ausdrücklich erwähnt, das kohlensaure Gas, ehe er dessen Menge bestimmte, auf dieselbe Temperatur brachte, welche das damit zusammengebrachte Wasser besaß.

Dieser letzteren Annahme, daß nämlich 1 Maß heißes Wasser weniger Maße Gas von derselben Temperatur absorbirt, als ein Maß kaltes W. vom kalten Gase in Maßen aufnimmt, widerstreitet freilich folgender Versuch von Dalton, daher dieses Verhältniß noch weiterer Untersuchung bedarf. Sättigt man in einer Flasche mit gut eingeriebenem Stöpsel kaltes Wasser vollständig mit einer schwierig absorbirbaren Gasart, so daß die Flasche jetzt theils mit dem mit Gas gesättigtem Wasser, theils mit unabsorbirt gebliebenem Gase gefüllt ist, und setzt jetzt dieselbe genau verschlossen irgend einer T. zwischen 0° und 100° aus; so wird hiedurch das Gleichgewicht nicht gestört, d. h. es tritt weder ein Theil des durch die Hitze auf eine höhere Spannung gebrachten Gasrückstandes in das Wasser, noch entwickelt sich aus diesem die kleinste Menge, während dasselbe beim Oeffnen des Gefäßes sogleich durch das sich entwickelnde Gas mit Blasen gefüllt erscheinen würde. Hieraus folgert Dalton, daß die T. an und für sich keinen Einfluß auf die Quantität der Absorption hat, nur erhöht sie die Elasticität sowohl des im Wasser enthaltenen als des äußeren Gases; ist letzteres eingeschlossen, so halten beide Elasticitäten einander das Gleichgewicht, kann es aber entweichen, so entwickelt sich auch ein Theil des absorbirt gewesenen Gases, da es durch die Erwärmung größere Ausdehnung erhält, und das W. bei jeder T. dasselbe Gasvolumen

absorbirt, also vom erwärmten Gase eine kleinere Menge (dem Gewicht nach) behalten kann.

Bei den sehr reichlich vom Wasser absorbirt werdenden Gasarten findet sich wieder der Unterschied, daß in den meisten Fällen warmes Wasser nicht so viel weniger absorbirt als kaltes, als es nach den Henryschen Versuchen mit kohlensaurem Gas und selbst nach der Daltonschen Ansicht der Fall seyn müßte. Denn nach letzterer, die auch nach Dalton selbst blos auf die minder absorbirbaren Gasarten anzuwenden ist, dürfte (indem 1000 Maß Gas bei 0° sich bei 100° zu 1375 Maßen ausdehnen) eine Menge Wasser, welche bei 0° 1375 Gewichtstheile Gas aufnimmt, bei 100° nur 1000 desselben aufnehmen; aber das mit salzsaurem Gas in der Kälte gesättigte Wasser entwickelt beim Erhitzen nur eine geringe Menge desselben, und verdampft dann in Verbindung mit dem übrigen als Ganzes. Nur beim Ammoniakgas zeigt sich eine auffallend geringere Absorbirbarkeit in der Hitze, als in der Kälte, so daß es schon durch Erhitzen bis zu 55° C. völlig aus dem Wasser ausgetrieben werden kann.

Einen andern bedeutenden, und zwar immer hemmenden Einfluß auf die Menge, die das Wasser vou einem gewissen Gase aufnimmt, äußert die Gegenwart eines andern Gases. Wasser, welches bereits mit einem Gase gesättigt ist, nimmt von einem zweiten weniger auf, als reines Wasser, und läßt dabei einen Theil des zuerst aufgenommenen Gases fahren; reines Wasser nimmt aus einem Gemenge zweier Gasarten beide auf, jedoch von jeder weniger, als wenn es mit dieser allein zusammen gekommen wäre.

Auszunehmen sind die Fälle, wo die beiden Gasarten einer innigern chemischen, vom W. leicht aufnehmbaren, Verbindung fähig sind; in welchem Fall das eine Gas, das etwa schon vom W. aufgenommen worden war, die Absorption des andern vermehren muß, z. B. Sauerstoffgas und Salpetergas, Chlorgas und ölerzeugendes Gas u. s. w. Nach einigen Versuchen scheint auch sehr langsam, in Wochen und Monaten, eine chemische Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff, die vom W. verschluckt worden sind, vorgehen zu können; und ihr erfolgtes Zusammenzutreten zu W. dann eine neue Absorption zu gestatten (Hooke und Orkney, de Martyh).

Wie viel das Wasser, wenn es mit einem Gemenge von 2 oder mehreren Gasarten, die höchstens zu gleichen Maßen vom W. verschluckbar sind, in Berührung gebracht wird, von jeder derselben aufnehme, hierüber hat Dalton folgendes Gesetz aufgestellt: die Größe der Absorption hängt ab von der Dichtigkeit der einzelnen Gase, im unabsorbirt gebliebenen Gasrückstand, und sie ist also dieselbe, wie wenn das Was-

ser mit jedem dieser Gase für sich in demselben ausgedehnten Zustande zusammen käme. Da z. B. die Luft in 100 Maßen 21 Maß Sauerstoffgas und 79 Maß Stickgas enthält, so wird Wasser, mit der freien Luft in Berührung (wo also der Gasrückstand auch immer 21 Maß Sauerstoffgas auf 79 Maß Stickgas enthält), 0,21 soviel Sauerstoffgas und 0,79 soviel Stickgas absorbiren, als es von den einzelnen Gasen im reinen Zustande aufgenommen haben würde, und da das Sauerstoffgas reichlicher absorbirt wird als das Stickgas, so nimmt hier das W. vom ersteren mehr auf, als dessen Verhältniß zum Stickgas in der Luft entspricht. Nämlich vorausgesetzt 1 Maß W. absorbire $\frac{1}{27}$ Maß Sauerstoffgas und $\frac{1}{40}$ Maß Stickgas, so wird 1 Maß Wasser mit der Luft zusammengebracht, $\frac{1}{27} \times \frac{21}{100} = 0{,}00778$ Maß Sauerstoffgas und $\frac{1}{40} \times \frac{79}{100} = 0{,}01975$ Maß Stickgas, zusammen 0,02753 Maß einer Luft absorbiren, welche 28,2 Procent Sauerstoffgas enthält. Ist dagegen das W. nur mit einer bestimmten, kleinen Menge Luft in Berührung, so kann es jetzt nicht so viel Sauerstoffgas aufnehmen, wie in freier Luft, weil die im Gasrückstand relativ zunehmende Menge des Stickgases bewirkt, daß das Sauerstoffgas zu weniger, als zu 0,21 und das Stickgas zu mehr, als 0,79 verschluckt wird.

Für den Fall sowohl, daß ein dem Wasser dargebotnes Gasgemenge gleichsam unendlich groß ist, wie die freie Luft, wo der Gasrückstand dasselbe Verhältniß der Mengung hat, wie das ursprüngliche Gemenge, als auch für den Fall, daß ein eingeschlossenes Gasgemenge mit Wasser zusammen kommt, wo sich durch verschieden reichliche Absorption der einzelnen Gemengtheile durch das Wasser, das Verhältniß der Gasarten gegen einander im unverschluckt bleibenden Rückstande ändern muß, hat Dalton eine Formel *) aufgestellt, welche zugleich

---

*) Die Formel ist folgende:

A, B, C etc. bedeuten den Umfang der einzelnen, im Gasgemenge befindlichen 3 und mehr Gasarten vor der Absorption, a, b, c etc. den Rest derselben nach der Absorption; w den Umfang des Wassers, und $\frac{w}{m}$, $\frac{w}{n}$, $\frac{w}{p}$ das Raumverhältniß, in welchem jede dieser Gasarten für sich vom Wasser verschluckbar ist. Alsdann ist

$$A = a + \frac{w}{m} \cdot \frac{a}{a + b + c \text{ etc.}}$$

$$B = b + \frac{w}{n} \cdot \frac{b}{a + b + c \text{ etc.}}$$

$$C = c + \frac{w}{n} \cdot \frac{e}{a + b + c \text{ etc.}}$$

$$A + B + C \text{ etc.} = a + b + c \text{ etc.} + \frac{w}{a + b + c \text{ etc.}} \left(\frac{a}{m} + \frac{b}{n} + \frac{c}{p} \text{ etc.} \right).$$

auf den Fall ihre vollständige Anwendung findet; wo ein, mit irgend einem Gas gesättigtes, W. mit einem andern Gas zusammengebracht wird; indem dieser Fall nämlich nach den Daltonschen Grundsätzen ganz auf den zurückkommt, wo mit gasfreiem Wasser sogleich ein Gemenge aus den beiden Gasarten zusammengebracht wird. Versuche, durch welche Saussure die Gültigkeit dieser Formel widerlegt zu haben glaubte, zeigten sich bei richtiger Anwendung derselben vielmehr als bestätigend für dieselbe, wiewohl übrigens Dalton Saussure's Angaben hinsichtlich der Absorptionen des Sauerstoffgases, Stickgases und der atm. Luft für zu groß hält.

Es scheinen diesen Daltonschen Ansichten fast alle bis jetzt bekannte Erfahrungen zu entsprechen, wovon ich nur die von Cavendish erwähnen will.

Cavendish ließ bei 13° C. zu 1 Maß kohlensaurem Gas, dem etwas Luft beigemengt war, Wasser in vier kleinen Antheilen treten, und bemerkte, laut beifolgender Tabelle, daß die ersten Antheile Wasser mehr Gas verschluckten, als die letzteren, weil nämlich in Verhältniß, als im Gasrückstand relativ die Menge der atm. Luft zunahm, die Absorption der Kohlensäure abnehmen mußte.

Hinzugelassenes Wasser.		Maße Gas von einem jeden Antheil Wasser verschluckt.	Maß Gase die übrig blieben.	100 Maß Wasser verschlucken daher Gas.
Antheile	Maße			
1	0,322	0,374	0,626	116
2	0,481	0,485	0,141	107
3	0,082	0,048	0,093	102, 5
4	0,145	0,079	0,014	95, 5.

Dasselbe lehrt die oben mitgetheilte Tabelle Henry's, wo die Absorption des kohlensauren Gases durch Wasser um so reichlicher erscheint, je mehr dieses überschüssig ist, je weniger also die kleinen Mengen zufällig beigemengter Luft die Verschluckung hindern können.

Ueber das Verhalten des Wassers zu dem Gasgemenge, wie es die atm. Luft darstellt, sind viele Erfahrungen bekannt. Schon Boyle, Huyghens und andre bemerkten, daß das Wasser lufthaltig sey. Priestley erkannte zuerst, daß die aus dem Wasser ausgetriebene Luft mehr Sauerstoffgas enthalte, als die atmosphärische, was dann durch Henry's, Humboldt's, Gay-Lussac's und andrer Versuche noch ferner bestätigt wurde.

A. von Humboldt und Gay-Lussac entwickelten aus verschiedenen Arten von Wasser durch langes Kochen die Luft (deren Umfang beim Schnee und Seinewasser ungefähr 0,04 von dem des Was-

sers betrug) und fanden, daß 100 Maß der so erhaltenen Luft an Sauerstoffgas enthalten: bei destillirtem Wasser: 32,8; bei Regenwasser 31,0; bei Schneewasser 28,7; und bei Seinewasser 29,1 bis 31,9 Maß. Sie fanden mit Henry, daß das Wasser das Sauerstoffgas fester zurückhielt, als das Stickgas, so daß, wenn man die aus dem Seinewasser durch Erhitzen entwickelte Luft in 4 Antheilen auffängt, der erste in 100 Maßen 23,7, der zweite 27,4, der dritte 30,2, und der vierte 32,5 Maß Sauerstoffgas enthält; so zeigte auch die erste aus Schneewasser entwickelte Luft nur 24,0, die zweite 26,8, die dritte 29,6, die vierte 32,0 und die fünfte 34,8 Procent Sauerstoffgas dem Umfange nach. Wenn Wasser, welches mit den gasigen Gemengtheilen der Luft gesättigt ist, den einen derselben wieder an andere Körper abtritt, so wird es denselben wieder aus der Luft aufnehmen. So fand schon Priestley, daß Wasser, welches in einem großen hölzernen Troge faulig geworden war, wobei das verschluckt gewesene Sauerstoffgas desselben von der organischen Materie entzogen wurde, beim Schütteln mit Luft derselben schnell ihr Sauerstoffgas so vollständig entzog, daß der Rückstand derselben nicht weiter durch Salpetergas vermindert wurde. Ganz dasselbe beobachtete Dalton. Dennoch ist die Fäulniß des Wassers wohl nicht die einzige Ursache dieser Erscheinung. Ingenhouß (Vermischte Schriften, übersetzt von Molitor II. 82.) beobachtete eine bedeutende Verschlechterung der Luft beim Schütteln derselben, mit gewöhnlichem oder mit Kalkwasser; Berger fand, daß wenn man Luft so lange mit gewöhnlichem Wasser in Berührung läßt, bis 20 Procent verschluckt sind, der Rückstand kein Sauerstoffgas mehr enthält, und in beiden Fällen ist von einem fauligen Zustande des Wassers nichts bemerkt worden, ja beim Kalkwasser wäre eine solche Annahme sehr unwahrscheinlich. Vielleicht hängen diese noch nicht erklärbaren Beobachtungen mit andern von de Marty bemerkten und gegen Daltons Ansicht sprechenden Erfahrungen zusammen. Bringt man nämlich ausgekochtes, dann mit Stickgas gesättigtes, Wasser mit Sauerstoffgas, dann mit Wasserstoffgas zusammen, so entwickelt sich nach de Marty blos im Anfange etwas Stickgas, welches aber beim Schütteln wieder verschluckt wird, und das W. nimmt also neben sämmtlichem Stickgas, mit dem es zuvor gesättigt war, noch eine gewisse Menge von Sauerstoffgas oder Wasserstoffgas auf. Aus diesem Grunde bedient sich de Marty des mit Stickgas gesättigten Wassers als eines eudiometrischen Mittels, welches beim Schütteln mit kleinen Mengen Luft blos ihre 21 Procent Sauerstoffgas absorbirt. Auch dient nach ihm eben so gut W., welches mit der ganzen atm. Luft gesättigt ist, da nach der oben angeführten Erfahrung W., welches sich mit Sauerstoffgas gesättigt hat,

nach einiger Zeit immer wieder das Vermögen erlangt, frisches zu verdichten, während die Absorption des Stickgases sogleich beendigt ist.

Gay-Lussac und Humboldt untersuchten, welche Veränderungen Gasarten erleiden, deren unten offene Gefäße mit Seinewasser, das mit der Luft in Berührung stebt, gesperrt sind. Sie gelangten dadurch zu dem Resultate, daß sich keine Gasart durch W. genau sperren läßt; denn das lufthaltige W. wird nach den obigen Gesetzen da, wo es mit dem Gase in Berührung ist, einen Theil desselben verschlucken, und dagegen einen Theil der Luft ausstoßen, die es enthält. Die mit dem gesperrten Gas gesättigten Wassertheile gelangen durch irgend eine, durch Temperaturveränderung oder Erschütterung veranlaßte, Bewegung anderswohin, stoßen an der Luft das fremdartige Gas aus, und machen neuen Theilen von Wasser Platz, um mit dem gesperrten Gase einen ähnlichen Tausch einzugehen, u. s. w. Nach einer gewissen Zeit müßten die Gefäße blos noch atm. Luft enthalten (wenn nicht eine sauerstoffgasärmere); doch ist bei diesen Versuchen auffallend, daß das Sauerstoffgas in viel größerer Menge verschluckt wird, als die übrigen Gasarten, noch dazu von lufthaltigem Wasser, welches doch schon zum Theil damit gesättigt ist.

Das bis jetzt über die Absorbirbarkeit von Gasgemengen Gesagte gilt blos von denjenigen Gasarten, von denen das Wasser höchstens seinen gleichen Umfang verschluckt. Ueber das Verhalten des W. zu den Gattungen leichter verschluckbarer Gasarten fehlen genaue Beobachtungen und wiewohl wir auch hier im Allgemeinen annehmen dürfen, daß (sobald die Gase unter einander keiner chemischen Verbindung fähig sind) die Gegenwart des einen Gases die Absorption des andern geringer macht, und umgekehrt, und daß ein Gas das andere zum Theil aus dem Wasser austreibt, so ist doch diese Verminderung der Absorption nicht so beträchtlich, wie bei den schwierig verschluckbaren Gasarten, und die Formel von Dalton findet hier gewiß keine Anwendung, wie er auch selbst dieses nicht will.

Die Schnelligkeit, mit welcher die Absorption eines Gases durch Wasser erfolgt, hängt von denselben Umständen ab, wie die Menge, in der es verschluckt wird, und außerdem von der Menge der Berührungspuncte, und es läßt sich im Allgemeinen sagen: je reichlicher absorbirbar und je comprimirter ein Gas ist, je niedriger die Temperatur, je mehr fremdartige Gasarten entfernt sind und eine je ausgedehntere Berührungsfläche Statt findet, oder durch Hereinlassen des Gases zum Wasser in Gestalt von kleinen Blasen oder durch Quirlen, Schütteln, u. s. w. die Zahl der Berührungspuncte vermehrt wird, desto rascher nimmt das Wasser ein gewisses Gewicht Gas auf.

Hierauf beruht vorzüglich die Einrichtung des Woulfeschen Apparats, der Parkerschen Maschine und der größeren zur Bereitung künstlicher Sauerwässer angewandten Apparate.

Ausgekochtes Wasser mit einer überschüssigen Menge eines schwierig verschluckbaren Gases geschüttelt, ist nach Dalton in ungefähr 1 bis 3 Minuten damit gesättiget; in der Ruhe sättiget sich dagegen das W. mit solchen schwierig verschluckbaren Gasen erst in mehrern Tagen. Wie schnell jedoch vorzüglich das Sauerstoffgas von nicht geschütteltem Wasser verschluckt wird, beweisen die Versuche von Carradori. Läßt man nämlich einen Fisch in mit Oel bedecktem W., bis er asphyktisch wird, wobei das W. alles Sauerstoffgas verloren hat, so braucht man dasselbe blos nach Entfernung des Oels in eine flache Schale auszugießen, und der Fisch wird wieder lebendig, und lebt, wenn man jetzt das W. wieder in die Flasche zurückgießt und mit Oel bedeckt, nach $\frac{1}{2}$ Stunde darin fort.

Bei jeder Verschluckung der Gasarten durch Wasser scheint Wärme frei zu werden. Dieses ist am auffallendsten bei den reichlich absorbirbaren Gasarten, wie bei salzsaurem Gas u. s. w. wo die Temperatur des Wassers über 100° steigen kann. Doch ist sie auch noch bei denjenigen Gasarten bemerklich, von denen das Wasser seinen gleichen Umfang verschluckt.

Das Wasser geht durch die Absorption der Gase in einen ausgedehnteren Zustand über. Dieses ist am auffallendsten bei solchen Gasarten, von denen es viele Maße verschluckt; so liefern nach Thomson's Berechnung 1000 Maße Wasser bei der Sättigung mit Ammoniakgas 1666, mit salzsaurem Gas 1500, mit schwefeligsaurem Gas 1040 und mit Chlorgas 1002 Maße Flüssigkeit; so fand Bergmann (Opuscula chem. et phys. Vol. I. p. 9.), daß das spec. Gewicht des mit kohlensaurem Gase bei gewöhnlichem Luftdruck gesättigten Wassers 1,0015 beträgt; da nun 1 Maß Wasser ungefähr 1 Maß kohlensaures Gas, oder dem Gewichte nach 10000 Theile Wasser 18 Theile Kohlensäure aufnehmen, so müßte das specifische Gewicht des mit Kohlensäure gesättigten Wassers 1,0018 betragen, wenn dasselbe sich bei dieser Verbindung nicht ausgedehnt hätte.

Die Umstände, unter welchen ein vom Wasser verschlucktes Gas sich wieder aus demselben entwickelt, sind, wie sich zum Theil aus Obigem ergiebt: 1) Luftverdünnung. 2) Temperaturerhöhung besonders Siedhitze. 3) Hinzutreten anderer Gase. 4) Hinzutreten nicht gasförmiger, mit Wasser mischbarer Substanzen. 5) Gefrieren des Wassers. 6) Besondere mechanische Veranlassungen.

1. Wird mit einem Gase gesättigtes Wasser unter die Glocke einer Luftpumpe gesetzt und dieselbe exantlirt, so wird das im Wasser

enthaltene Gas, der Weite der Glocke entsprechend, ausgedehnt, und von diesem ausgedehnten Gase behält das Wasser nur so viel Maße, als vorher von dem unter dem gewöhnlichen Luftdruck befindlichen; während der übrige Theil des Gases die Glocke füllt. Wird nun dieser Theil wieder durch Auspumpen entfernt, so wird das übrige im Wasser enthaltene Gas wieder in einem ausgedehntern Zustande übergehen, und in diesem zum Theil das W. verlassen, um die Leere der Glocke auszufüllen; und es ist einzusehen, wie bei fortgesetztem Auspumpen nur ein geringer Theil des Gases im Wasser zurückbleiben wird. Doch ist diese Entwickelung immer nur unvollständig, und zwar aus folgenden Gründen: 1) Weil man der Einrichtung der Luftpumpen gemäß, dieselbe nicht ganz luftleer auspumpen kann. 2) Weil die Anziehung des Wassers zur Gasart der Entwickelung derselben Schranken zu setzen scheint, sobald die Menge des in dem Wasser enthaltenen Gases auf ein gewisses Minimum heruntergegangen ist, wo bei weiterm Exantliren die Verbindung des Wassers mit dem Gase als Ganzes elastisch wird, ohne daß das Gas für sich entwickelt würde. Dieses scheint bei den wenig verschluckbaren Gasarten erst dann einzutreten, wenn nur noch kleine Mengen derselben im Wasser befindlich sind, doch fanden Saussure und Andere, daß sich selbst die Gemengtheile der Luft durch bloßes Auspumpen nicht völlig von Wasser scheiden lassen; bei den reichlich verschluckbaren Gasen, wie bei salzsaurem Gas, tritt dagegen dieser Punct sehr bald ein, wo noch die größte Menge des Gases mit dem W. verbunden ist, welche Verbindung bei weiterem Auspumpen als solche verdampft, ohne ein reineres W. zurückzulassen.

2. Die Siedhitze treibt theils insofern einen Theil des Gases aus, als Temperaturerhöhung überhaupt die Elasticität des Gases vermehrt, und vielleicht auch noch außerdem die Absorbirbarkeit schwächt; theils wirkt sie vorzüglich durch die Dampfbildung. Wird Wasser, welches mit einem schwierig verschluckbarem Gase verbunden ist, nicht blos bis an 100° erhitzt, sondern wirklich ins Sieden gebracht, so entwickelt sich das Gas viel reichlicher, und zwar um so vollständiger, je länger man mit dem Sieden anhält. Diese vollständigere Entwickelung ist nicht blos eine Folge der Temperaturerhöhung an und für sich, sondern besonders der dadurch bewirkten Bildung von Wasserdampf. Wie dessen Gegenwart hierauf Einfluß habe, hierüber werden unten mehrere Ansichten mitgetheilt werden. Doch hängen manche wenig absorbirbare Gasarten dem W. höchst innig an, besonders das Sauerstoffgas, welches auch durch fortgesetztes Kochen nicht völlig ausgetrieben werden zu können scheint.

Bei reichlich absorbirbaren Gasarten, wie bei salzsaurem Gas,

wiederholt sich das von der Aufhebung des Luftdruckes Gesagte; nämlich nachdem hier ein Theil des Gases beim Erhitzen als solches entwickelt worden ist, so wird die rückbleibende Verbindung als Ganzes verdampfen, wovon blos das so reichlich verschluckbare Ammoniakgas, welches durch geringe Erhitzung ausgetrieben werden kann, eine auffallende Ausnahme macht.

3. Wie Wasser, welches mit einem Gase verbunden ist, einen großen Theil desselben fahren läßt, wenn es mit einem andern in Berührung kommt, und zwar, in um so größerer Menge, je reichlicher absorbirbar und in je größerer Menge vorhanden das andere Gas ist, hievon war bereits oben die Rede.

4. Löset man verschiedene Salze im Wasser, welches irgend ein Gas enthält, oder mischt man dieß W. mit Vitriolöl und einigen andern tropfbaren Flüssigkeiten, so vermindert sich durch die neue Verbindung, in welche das W. tritt, die absorbirende Kraft desselben, und es läßt einen Theil des verschluckten Gases entweichen. Sättigt man Seinewasser mit Kochsalz, so entwickelt sich hiebei nach von Humboldt und Gay-Lussac ungefähr die Hälfte von derjenigen Luft, welche sich durch fortgesetztes Sieden entwickeln würde, und zwar enthält diese durch das Kochsalz entwickelte Luft nur 22,5 Procent Sauerstoffgas, während die sämmtliche, durch das Kochen entwickelte 30,5 enthält. Also treibt das Kochsalz, wie die Hitze im Anfang, verhältnißweise mehr Stickgas aus.

Bei reichlich verschluckbaren Gasarten kommen solche theilweise Entwickelungen durch Zusatz anderer Körper ebenfalls vor; so entwickelt Wasser, welches nur mäßig mit salzsaurem Gas gesättigt ist, so daß es beim Kochen keines entwickelt, beim Vermischen mit Vitriolöl sehr viel Gas.

5. Ist das W. mit einem von denjenigen Gasen vereinigt, von welchen es nur höchstens sein gleiches Maß aufnimmt, und wird es einer Kälte ausgesetzt, bei welcher es sich in Eis verwandelt, so entwickelt sich im Moment des Festwerdens das verschluckte Gas aus demselben. Dieß ist eine der Ursachen, warum lufthaltiges W. beim Gefrieren die Gefäße sprengt; das Eis erscheint mit vielen Luftbläschen erfüllt. Ob sich beim Gefrieren lufthaltigen Wassers alle Luft entwickele, oder nur ein Theil, während der andere mit dem Eise verbunden bleibt, ist noch eine Streitfrage, doch ist Ersteres wahrscheinlicher. Läßt man Eis von lufthaltigem Wasser schmelzen, so entwickelt es nach von Humboldt und Gay-Lussac beim Kochen halb so viel Luft als solches W., welches ganz mit Luft gesättigt ist. Schneewasser giebt jedoch nach denselben beinahe eben so viel Luft, wie Seinewasser, wobei diese Physiker allerdings die Vermuthung äußern, daß das Wasser vielleicht während

des Schmelzens die zwischen dem Schnee eingeschlossene Luft aufgenommen habe. Carradori's Ansicht ist, daß das Eis und der Schnee gar keine Luft gebunden enthalten, und das Gefrieren also ein Mittel ist, das Wasser völlig von Luft zu befreien, daß aber, wenn man diese Körper beim Zutritt von Luft schmelzen läßt, das erzeugte Wasser dieselbe, besonders das Sauerstoffgas schnell aufnimmt.

Stimmen nun gleich die Erfahrungen von Gay-Lussac und Humboldt einerseits und von Carradori andrerseits nicht ganz mit einander überein, so widerlegen sie doch aufs Bestimmteste eine frühere Behauptung des ungenauen Hassenfratz, nach welcher das Schneewasser mehr Sauerstoffgas als anderes Wasser enthalten, und dadurch seine besonderen Wirkungen auf die Vegetation hervorbringen sollte.

Daß auch das kohlensaure Gas beim Gefrieren des Wassers fast völlig ausgetrieben wird, bemerkte schon Brownrigge (Phil. Transact. LXIV. 361). Die Verbindungen des Chlor-, Ammoniak-, salzsauren und anderer reichlich verschluckbaren Gase scheinen sämmtlich beim Gefrieren kein Gas fahren zu lassen, sondern theils über, häufiger unter 0° als Ganze zu gestehen.

6) Zu den mechanischen Umständen, welche die Entwickelung der Gase aus dem Wasser veranlassen, sind folgende zu rechnen.

Wenn gashaltiges Wasser unter einen geringern äußern Druck, oder in eine höhere Temperatur gebracht wird, als bei welcher es gesättigt wurde, so entweicht der Theil des Gases, der nach Obigem frei werden sollte, nicht immer sogleich; seine Entwickelung wird jedoch beschleuniget theils durch Schütteln, theils durch Hineinwerfen von Sand, Blattsilber und andern eckigen Körpern, Hineintauchen eines Glasstabes, Drathes u. s. w. und wir sehen die hineingebrachten Körper sogleich mit einer Menge Gasblasen bedeckt. (Vergl. Oerstedt in Gehler's Journal für Chemie und Physik Bd. 1. S. 277). Bis jetzt fehlt es noch an einer genügenden Erklärung theils der Erscheinung, daß die Gase sich nicht sogleich entwickeln, sondern vermöge einer Art Trägheit im Wasser noch einige Zeit in größerer Menge bleiben, als sie nach gegebenem Druck und Temperatur absorbirt werden können, — theils der Erscheinung, daß mechanische Mittel die Entwickelung beschleunigen.

Vielleicht ist es, wie Oerstedt annimmt, eine Unmöglichkeit, daß sich eine Gasblase mitten in einer homogenen Flüssigkeit bildet. Die Gasbildung geht vielleicht blos vor sich, da wo die Flüssigkeit einen festen Körper oder eine heterogene tropfbare Flüssigkeit, oder an der Oberfläche die Luft berührt. Wir sehen auch wie die Blasen vorzüglich von den Wandungen des Gefäßes aufsteigen, und dann al-

lerdings beim Aufsteigen noch beträchtlich zunehmen. Schütteln muß dann die Gasbildung beschleunigen, weil es immer wieder neue Antheile der Flüssigkeit aus dem Innern der Masse mit den Wandungen des Gefäßes in Berührung bringt; eben so vermehrt das Hineinwerfen fester, besonders verkleinerter, Körper die Oberfläche, an welcher die Blasenbildung vor sich gehen kann.

Verschluckung der Gasarten durch die übrigen Flüssigkeiten.

Diejenigen, über deren absorbirendes Vermögen Erfahrungen existiren, sind 1. flüssige Verbindungen des Wassers mit anderen Materien 2. an und für sich flüssige organische Verbindungen 3. flüssige Metalle.

1. Saussure brachte Vitriolöl und die Auflösung der Weinsteinsäure, mehrerer Salze und einiger organischer Materien im Wasser mit kohlensaurem Gas zusammen, und fand, daß 1 Maß solcher Flüssigkeiten folgende Mengen des Gases verschluckt. (Die dritte Columnne giebt die Menge der Materie an, welche in 100 Theilen der Auflösung enthalten ist, tr., bedeutet, daß diese Materie im trockenen, kr., daß sie im Krystallwasser haltenden Zustande gemeint ist).

	Spec. Gew. der Flüssigkeiten.	Procente fremder Materie.		Absorbirtes Gas.
Wasser	1,000	0		1,06
Schwefelsäure	1,840	76,0	tr.	0,45
Weinsteinsäure	1,285	53,37	kr.	0,41
Salmiack	1,078	27,53	tr.	0,75
Schwefelsaures Kali . .	1,077	9,42	tr.	0,62
Chlorkalium	1,168	26,0	tr.	0,61
Salpetersaures Kali . .	1,139	20,6	tr.	0,57
Schwefelsaures Natron .	1,105	11,14	tr.	0,58
Kochsalz	1,212	29,0	tr.	0,329
Salpetersaures Natron .	1,206	26,4	tr.	0,45
Chlorcalcium	1,402	40,2	tr.	0,261
Alaun	1,047	9,14	kr.	0,70
Zucker	1,104	25,0	kr.	0,72
Gummi arab.	1,092	25,0		0,75
Wäßriger Weingeist . .	0,840	83,0	tr.	1,87

Diese Tabelle zeigt, daß alle untersuchten Verbindungen des W. mit andern Materien, den wäßrigen Weingeist ausgenommen, das kohlensaure Gas minder reichlich aufnehmen, als das reine Wasser, wie sich dieses schon aus der oben berührten Thatsache ableiten ließ, daß lufthaltiges Wasser beim Auflösen von Salzen einen Theil der Luft entwickelt; auch zeigt sie, daß die zäheren wäßrigen Lösungen, z. B. die des Zuckers und Gummi's nicht gerade weniger verschlucken, als andere; nur fand Saussure, daß solche klebrige Flüssigkeiten bedeutend längere Zeit zu ihrer Sättigung mit dem Gase nöthig haben. Daß auch die übrigen Gasarten in geringerer Menge von solchen wäßrigen Gemischen aufgenommen werden, als von reinem Wasser, wird aus folgenden Versuchen von Saussure wahrscheinlich, wo er verschiedene Gasarten einerseits mit Wasser, andrerseits mit einer gesättigten wäßrigen Lösung des Chlorkaliums zusammenbrachte.

Es verschluckt	1 Maß Wasser	1 Maß Chlorkalium-Lösung.
Kohlensaures Gas	1,06 Maß	0,61 Maß
Stickoxydulgas	0,76 —	0,29 —
Oelerzeugendes Gas	0,155 —	0,10 —
Kohlenoxydgas	0,062 —	0,052 —

2) Schon Priestley zeigte, daß der Luft ausgesetzt gewesener Weingeist, (freilich Wasserhaltender) beim Erhitzen in der Torricellischen Leere neben brennbarer Luft (Weingeistdampf?) auch atmosphärische Luft entwickele, desgleichen der Luft ausgesetzt gewesenes Terpentinöl neben brennbarer Luft auch Stickgas. Cavendish ließ zu 1 Maß kohlensaurem Gas über Queckſilber bei 8° C. wäßrigen Weingeist in 4 Antheilen treten.

Weingeist Antheil. Maße	durch jeden Antheil absorbirtes Gas. Maße.	Gasrückstand.
1 — 0,207	0,207	0,547
2 — 0,146	0,274	0,273
3 — 0,074	0,103	0,170
4 — 0,046	0,030	0,140

Hieraus schloß er, daß 1 Maß Weingeist bei 8° C. 2,25 Maße kohlensaures Gas verschluckt. Auch fand er, daß 1 Maß Olivenöl bei derselben Temperatur etwas über 2 Maß kohlensaures Gas verschluckt, jedoch etwas langsamer.

Die wichtigsten Versuche sind wiederum folgende, von Saussure bei 18° C. angestellt.

1 Maß	spec. Gewicht	verschluckt Maße kohlensaures Gas.
Absoluter Weingeist	0,803	2,6
Wäßriger Weingeist	0,840	1,87
Schwefeläther	0,727	2,17
Rectificirtes Steinöl	0,784	1,69
Frisch destillirtes Lavendelöl	0,88	1,91
Thymianöl	0,89	1,88
Terpentinöl	0,86	1,66
Leinöl	0,94	1,56
Baumöl	0,915	1,51

Ferner verschluckt nach Saussure bei 18° C. 1 Maß folgender Flüssigkeiten folgende Mengen der Gase:

	Wasser	Wäßriger Weingeist	Steinöl	Lavendelöl	Baumöl.
Schweflichsaures Gas	43,78	115,77			
Hydrothionsaures Gas	2,53	6,06			
Kohlensaures Gas	1,06	1,86	1,69	1,91	1,51
Oxydirtes Stickgas	0,76	1,53	2,54	2,75	1,50
Oelerzeugendes Gas	0,155	1,27	2,61	2,09	1,22
Sauerstoffgas	0,065	0,1625			
Kohlenoxydgas	0,062	0,145	0,20	0,156	0,52
Oxydirtes Kohlenwasserstoffgas	0,051	0,07			
Wasserstoffgas	0,046	0,051			
Stickgas	0,042	0,042			

Der wäßrige Weingeist, das Steinöl, Lavendelöl und Baumöl waren bei dieser letzten Tabelle dieselben, wie bei der vorigen; bei beiden waren diese Flüssigkeiten theils durch Kochen, theils durch die Luftpumpe, soviel wie möglich von der Luft befreit, was freilich bei den leichter verdampfbaren nur unvollständig ausführbar war, demungeachtet zeigt sich, daß diese organischen Flüssigkeiten die meisten oder alle Gasarten viel reichlicher aufnehmen, als das Wasser, nur daß dieses bei den dicklichen Flüssigkeiten, wie bei denselben Oelen, sehr langsam erfolgt.

Saussure überzeugte sich außerdem, daß das Henrysche Gesetz,

nach welchem eine Flüssigkeit von einem Gase immer dieselbe Zahl von Maßen verschluckt, der äußere Druck sey, welcher er wolle; auch bei diesen Flüssigkeiten seine Richrigkeit habe, indem Lavendelöl und eben so Baumöl bei vermindertem Luftdruck gerade soviel Maße kohlensaures Gas verschluckt, wie bei gewöhnlichem.

3) Zu den Absorptionen von Gasarten durch flüssige Metalle lassen sich folgende Erscheinungen zählen.

a) Samuel Lucas (Ann. de Chim. et de Phys. XII. 402.) beobachtete, daß Silber, welches an der Luft geschmolzen wird, aus derselben Sauerstoffgas aufnimmt, ohne sein metallisches Ansehen zu ändern. Dieses Sauerstoffgas entwickelt sich beim Erstarren des Silbers, gerade so wie das Wasser beim Gefrieren die absorbirt gewesene Luft fahren läßt. Geht das Abkühlen des Silbers etwas rasch vor sich, so daß die äußere Rinde fest wird, ehe noch die innern Theile ihr Sauerstoffgas entwickelt haben, so bahnt sich dieses mit Gewalt einen Weg durch Zerreißen dieser Rinde und Hervortreiben von geschmolzenem Silber. Bei größern Massen fährt das Sauerstoffgas oft $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde fort, sich aus diesen Rissen zu entwickeln, und Hervorragungen von Silber zu erzeugen. Daß sich wirklich Sauerstoffgas entwickelt, findet man, wenn man das Silber in Wasser wirft, und das Gas auffängt. Bedeckt man das Silber während des Schmelzens mit Kohlen, so tritt es an diese das Sauerstoffgas ab, und verliert damit die Eigenschaft, bei raschem Erkalten zu sprützen und auszuwachsen. Das Kupfer zeigt nach Lucas ein ähnliches Verhalten.

Chevillot (Ann. de Chim. etc. XIII. 299) fand bei Wiederholung dieser Versuche, daß ein Gramme geschmolzenes Silber beim Erkalten 0,00047 bis 0,0009 Litre Sauerstoffgas entweichen läßt; doch überzeugte er sich, daß diese Eigenthümlichkeit dem Zink, Wismuth und Blei und selbst dem Kupfer nicht zukomme, ja daß schon Silber, dem nur 5 pro C. Kupfer beigemischt sind, kein Sauerstoffgas mehr entwickele.

b) vom Queckſilber nimmt man ziemlich allgemein an, daß dasselbe begierig Luft und Wasserdämpfe anziehe, worin eben die Schwierigkeit liege, Thermometer und Barometer vollkommen frei von Luft und Wasser darzustellen. Bellani (Brugnatelli Giorn. Dec. II. T. VI. 20) hat es jedoch durch viele Versuche höchst wahrscheinlich gemacht, daß diese Luft und Feuchtigkeit nicht dem Queckſilber, sondern blos den Wandungen des Glases anhängt.

Theorie der Absorption der Gase durch tropfbare Flüssigkeiten.

Bis auf Dalton wurde allgemein angenommen, alle so eben aufgezählten Arten von Verschluckung seyen die Folge einer chemischen V. zwischen dem Gase und dem Tropfbaren, und eine solche Verbindung sey demnach als eine chemische zu betrachten. Dalton dagegen glaubte diese Verbindungen meist als mechanische ansehn zu können; und blos bei den reichlicher verschluckbaren Gasarten hielt er die Verbindung für mechanisch und chemisch zugleich. Wenn eine schwierig verschluckbare Gasart mit gasfreiem W. in Berührung kommt, so drückt dieselbe nach Dalton anfangs mit ihrer ganzen Kraft auf das Wasser; allmälig dringt sie aber in dasselbe ein, füllt seine Poren und vertheilt sich am Ende vollkommen, so daß sie entweder innerhalb und außerhalb des Wassers dieselbe Dichtigkeit hat, oder im W. eine nach dem Cubus von 2, 3 oder 4 geringere. Das Gas wird nach ihm im W. blos durch den Druck zurückgehalten, den der nicht verschluckte Gasantheil auf die Oberfläche desselben ausübt, und es entbindet sich daher, wenn man diesen Druck entfernt; mit welcher letztern Ansicht allerdings das oben angeführte Henry'sche Gesetz in Uebereinstimmung ist.*)

Jedoch sprechen gegen diese mechanische und für die chemische Theorie zu wichtige Gründe, um erstere noch zulässig zu finden. So ließe sich nach derselben die Temperturerhöhung bei der Absorption nicht erklären, um so mehr, da sie mit Ausdehnung verbunden ist, und ein noch wichtigerer Gegengrund liegt in der verschiedenen Menge, welche eines theils einerlei tropfbare Flüssigkeiten von verschiedenen Gasen und andrerseits verschiedne tropfbare Flüssigkeiten von demselben Gase aufnehmen; dagegen dieser Umstand leicht durch die verschiedene chemische V. der Gase und Flüssigkeiten zu einander erklärlich wird.

Am wahrscheinlichsten wird daher die Ansicht, nach der wir die in Rede stehenden Verbindungen als chemische betrachten, und annehmen: die Absorptionsgröße der Gasarten stehe im Verhältniß 1) mit der verschieden großen V. der tropfbaren Fl. zum Gase und 2) mit der verschieden leichten Verdichtbarkeit des Gases. Wir sehen, daß saure und alkalische Gase im größten Verhältniß vom W. verschluckt werden, so wie überhaupt Säuren und Alkalien vorzüglich große V. zum W. haben; daß dagegen Gasarten, welche Suboxyde, nicht saure

---

*) Das Ausführlichere über Daltons Theorie s. a. a. O.

Wasserstoffverbindungen oder einfache Substanzen enthalten, in geringerem Maße verschluckt werden, so wie auch das W. überhaupt nur wenige und schwache Verbindungen mit solchen Materien eingeht. Die neuern Versuche Davy's und Faraday's über die Verdichtbarkeit vieler Gasarten zu tropfbaren Flüssigkeiten durch verstärkten äußern Druck zeigen auf das klarste, welchen großen Einfluß auf die Verschluckbarkeit der Gasarten zugleich ihre verschieden leichte Verdichtbarkeit ausübt. Wsstgas, Srstgas und Stickgas, welche sich noch nicht haben tropfbar machen lassen, werden in besonders geringer Menge verschluckt; daß die schwächere Schwefelwasserstoffsäure reichlicher vom W. verschluckt wird; als die stärkere Kohlens., hängt ohne Zweifel damit zusammen, daß erstere bei 0° C schon durch den 16fachen Luftdruck verdichtet wird, letztere aber hiezu den 36fachen nöthig hat; das Chlorgas bedarf bei derselben T. nicht des vierfachen Luftdrucks, und dieses erklärt, warum dieß einfache, und deßhalb wohl mit geringerer V. gegen das W. begabte, Gas dennoch in größerer Menge von demselben verschluckt wird, als viele andre Gase.

II. Absorption der Gasarten durch feste Körper.

Alle porösen Körper, welcher Beschaffenheit sie auch seyn mögen, besitzen mehr oder minder das Vermögen, Gasarten zu verschlucken, mit denen sie in Berührung gebracht werden. Am ersten wurde dieß Vermögen von Scheele und Fontana an der Kohle bemerkt, die auch zu den ausgezeichnetsten Körpern in dieser Hinsicht gehört, und an der wir es deshalb auch zuerst untersuchen wollen

A. Absorption der Gasarten durch Kohle.

a) Der permanenten.

Um die Menge des Gases zu finden, welches eine gewisse Menge Kohle zu absorbiren vermag, muß diese zuerst von allem demjenigen Gas befreit werden, welches sie, der Luft ausgesetzt, schon aufgenommen hatte. Dieß geschieht entweder durch Auspumpen unter der Luftpumpe oder durch Glühen, welches letztre Verfahren eine größere Entleerung von Gas bewirkt als erstres. Die so befreite Kohle muß dann mit dem zu untersuchenden Gas so zusammengebracht werden, daß sie vorher nicht mit der Luft oder einem andern Gas in Berührung kommt; auch sollten, was aber bis jetzt nicht hinlänglich beobachtet worden ist, eigentlich nur künstlich getrocknete Gasarten der Kohle dargeboten werden, um reine Resultate zu erhalten.

Der einzelnen Verfahrungsarten selbst hat man mehrere, von de-

nen indeß nur folgende zwei, welche die genauesten Resultate zuzulassen scheinen, hier Platz finden mögen.

1) Saussure bringt die Kohle in einen Recipienten, der mittelst Talgs auf den Teller der Luftpumpe schließt, pumpt aus, bringt dann den Recipienten nebst dem Teller, dessen Hahn verschlossen ist, unter Queckſilber, öffnet den Hahn und bringt dann die Kohle in das mit einem Gase gefüllte, über Queckſilber befindliche, Gefäß. Auch kann man nach ihm die Glocke mit der Kohle in eine mit Queckſilber gefüllte Schale setzen, diese unter der größern Glocke der Luftpumpe exantliren, dann öffnen, wo sich die kleine Glocke mit dem Queckſilber der Schale füllt, und mit dieser unter das Queckſilber der pneumatischen Wanne gebracht werden kann; allein hier ist die Entleerung minder vollständig, weil der Druck des Queckſilbers dem Auspumpen entgegen wirkt.

2) Fontana, Delametherie, Parrot und Grindel, Vogel, Saussure u. A. bringen die gut ausgeglühte Kohle noch glühend schnell unter Queckſilber, und lassen sie von hier aus in die mit Gase gefüllte Röhre aufsteigen. Hier dringt während des Abkühlens etwas Queckſilber in die Poren der Kohle, wodurch allerdings ihre absorbirende Kraft etwas vermindert werden kann, doch beträgt dieses Queckſilber nach Saussure so wenig, daß die Kohle specifisch leichter bleibt als Wasser.

Ueber die übrigen bisher angewandten Verfahrungsarten von Vogel, Morozzo, Rouppe und von Noorden s. Gehlers phys. Lex. 3te Aufl. S. 87 u. ff.

Die Menge, worin die Gase verschluckt werden, hängt ab: 1) von der Natur der Gase. 2) Von der Natur der Kohle. 3) Von dem äußern Druck. 4) Von der Temperatur. 5) Von der Beimengung anderer Gase. 6) Von der Gegenwart anderer nicht gasförmiger Materien in der Kohle.

Zu 1) Nach Saussure verschluckt 1 Maß ganze Buchsbaumkohle bei 11 bis 13° C. und bei 0,724 Meter Luftdruck

	bei Methode 2	bei Methode 1
Ammoniackgas	90 Maße	
Salzsaures Gas	85 —	
Schwefligsaures Gas	65 —	
Hydrothionsaures Gas	55 —	
Stickoxydulgas	40 —	
Kohlensaures Gas	35 —	31,5
Oelerzeugendes Gas	35 —	
Kohlenoxydgas	9,42—	
Sauerstoffgas	9,25—	8,33
Stickgas	7, 5—	7, 0
Oxydirtes Kohlenwasserstoffgas aus feuchter Kohle	5 —	
Wasserstoffgas	1,75—	

Vom Stickoxydgas nimmt die Kohle 38 Maß auf, doch wird ein Theil des Gases zersetzt, so daß dieses Resultat nicht mit den andern zusammengestellt werden darf.

Diese Resultate verhalten sich etwas anders, als die, von einigen frühern Physikern gefundenen. So nimmt nach Fontana die Kohle vom Stickgas und Wasserstoffgas kaum ihr gleiches Volumen auf; und die glühend unter Quecksilber gelöschte Kohle verschluckt nach Delametherie 12 Maß Kohlens. Gas, 9 Stickoxydgas, 2 Wsstgas und 2 Stickgas, u. s. w.

2) Natur der Kohle. — Hinsichtlich dieser findet theils der Unterschied Statt, ob sie im Ganzen oder gepulvert angewandt wird, theils der ihrer Abkunft und Bereitung.

Nach Saussure verliert die Kohle um so mehr an ihrer absorbirenden Eigenschaft, je feiner sie gepulvert wird, woran die hiebei Statt findende Zerstörung, Oeffnung und Erweiterung der Kohlenzellen Schuld zu seyn scheint. Ueberhaupt scheint nach Saussure's Versuchen das Absorptionsvermögen in umgekehrtem Verhältnisse mit dem innern Durchmesser der Röhren oder Zellen der Kohle zu stehen, daher die Kohlen bis zu einem gewissen Grade um so mehr verschlucken, je dichter sie sind. Es absorbirt nach ihm

1 Maß von	spec. Gewicht.	Maße Luft.
Kohle von Kork	0, 1	fast 0
Kohle der Tanne	0, 4	4, 5
Kohle des Buchsbaums	0, 6	7, 5
Steinkohle vom Rufiberg	1,326	10, 5

Noch dichtere Kohlen, namentlich die durch Hindurchtreiben flüchtiger Oele durch glühende Röhren erzeugt, und das Reisblei — verschlucken, vielleicht wegen der zu großen Enge ihrer Poren, gar kein Gas, auch das Reisblei nicht nach dem Pulvern, wahrscheinlich, weil die so erhaltenen Räume zu weit sind.

Nach Morozzo verschluckt in einer, 0,5 Zoll weiten und 12 Zoll langen, Röhre 0,5 Drachme Kohle nach Methode 2) an Luft.

	In 1 Stunde	in 24 Stunden
Kohle von Buche	2″ 3‴	2″ 4‴
Kohle von Weide	2 2, 5	2 3, 5
Kohle von Pappel	2 1, 5	2 3, 5
Kohle von Haselnuß	1 11	2 ——
Kohle von Weinrebe	1 1	1 8

Nach noch andern Versuchen mittelst einer andern Methode verschlucken folgende Kohlen innerhalb 6 Stunden folgende Höhen von Luft:

Kohle von Rothbuchen	7″ 8‴
Kohle von Weidenzweigen ohne Rinde	4 3
Kohle von Buxbaum	7 8
Kohle von Kork nur 3 Gran schwer.	0 9

3) Vom Druck. — Mit der Zunahme des Drucks nimmt auch die Absorption der Gasarten dem Gewichte nach durch die Kohle zu. Ist der Druck null, so ist auch die Absorption null, und es läßt eine, mit Gas geschwängerte, Kohle, in luftverdünnten Raum gebracht, um so mehr von ihrem Gas fahren, je weiter die Verdünnung getrieben wird. Dieses Entbinden von Gas wird leicht an der Entwickelung von Blasen und der Herabdrückung der Quecksilbersäule bemerklich, wenn man die mit Gas geschwängerte Kohle in die Barometerleere aufsteigen läßt. Wenn übrigens die Kohle von verdünntem Gase immer ein geringeres Gewicht, als von verdichtetem verschluckt, so verschluckt sie doch, nach Saussures Versuchen, ein größeres Volumen davon.

4) Von der Temperatur. — Die Absorption scheint um so bedeutender zu seyn, je niedriger die T. ist. Bei einer T. von ungefähr 100° findet keine Absorption mehr Statt; ja das schon absorbirte Gas läßt sich durch eine solche T. wieder austreiben.

5) Von der Beimengung andrer Gase. — Ueber das Verhalten der Kohle zu Gasgemengen, und über das Verhalten der mit einem Gase gesättigten Kohle zu einem zweiten, läßt sich nach Saussure Folgendes angeben.

Kommt die mit einem Gase gesättigte Kohle mit einem zweiten

in Berührung, so entwickelt sie immer (wenn keine chemische Verbindung der Gase statt findet) einen Theil des ersteren, und nimmt einen Theil des letzteren auf. Hierbei wird der Gasumfang abnehmen und Wärmeentwicklung eintreten, wenn das zweite Gas (kohlensaures Gas) reichlicher verschluckbar ist, als das erste (Wasserstoffgas); im entgegengesetzten Falle erfolgt Vergrößerung des unabsorbirt bleibenden Gasgemenges, und Erkältung. Das erste Gas wird immer um so vollständiger durch das 2te ausgetrieben, in je größerem Ueberschusse das letztere mit der Kohle in Berührung kommt, doch ist die Ausscheidung des erstern Gases in verschlossenen Gefäßen nie vollständig.

Die Gegenwart des einen Gases in der Kohle begünstigt nach Saussures Versuchen häufig die Absorption des andern. Mit Stickgas oder kohlensaurem Gas gesättigte Kohle in Sauerstoffgas gebracht, behält mehr von den ersteren Gasarten bei sich, und verschluckt mehr an Sauerstoffgas, als es der Fall seyn müßte, wenn man annähme, ein Theil der Kohle sättige sich hierbei mit dem einen Gase, und der andere Theil mit dem andern. Aehnlich verhält sich die mit Sauerstoffgas gesättigte Kohle gegen Wasserstoffgas, und die mit Wasserstoffgas gesättigte gegen Stickgas, während das Stickgas die Absorption des kohlensauren G. nach Saussure nicht zu befördern scheint.

Ueber das Verhalten der Kohle gegen die atmosphärische Luft sind von vielen Physikern Versuche angestellt worden. 1 Maß Holzkohle verschluckt nach Fontana gegen 6 Maß Luft, so daß nichts übrig bleibt; nach Lametherie 6 bis 10 Maß; nach Morozzo verschlucken 30 Gran Holzkohle bei Anwendung einer 18 Zoll hohen, mit Luft gefüllten, Glasröhre 7″ 6‴, wenn die Kohle zuvor geglüht, und 3″ wenn gewöhnliche Kohle entweder der Sonne ausgesetzt, oder bis zu 100° erhitzt worden war; nach Rouppe und van Noorden nehmen 16 — 17 Cubikzoll Kohle bis 48 Cubikzoll Luft auf; nach Parrot und Grindel absorbirt 1 Maß Kohlenpulver gegen 5 Maß Luft; nach Vogel verschlucken 210 Gran Fichtenkohle 7 Cubikzoll L.; 90 Gran Kohle von Weinstein, mit Wasser und Salzsäure ausgezogen, verschlucken auf dieselbe Weise 4, 5; 1 Unze Beinkohle 2, 4 und 1 Unze Blutkohle 4,25 Würfelzoll Luft. — Die Verschiedenheit der Resultate wird zum Theil auch durch die verschiednen Verfahrungsarten bedingt.

Bei dieser Einwirkung der Kohle auf die Luft wird immer verhältnißweise mehr Sauerstoffgas als Stickgas verschluckt, so daß bei einem gewissen Verhältniß der Kohle zur Luft fast reines Stickgas übrig bleibt. Dieses ist durch die Versuche von Parrot und Grindel, von Vogel und von Saussure auf das Bestimmteste dargethan.

6) Von der Gegenwart andrer, nicht gasförmiger, Materien in der Kohle. — Die Gegenwart von Wasser in der Kohle vermindert in den meisten Fällen die Absorption der Gase. Nach Saussure nimmt befeuchtete Kohle die Gase in viel kleinerm Maße und viel langsamer auf, als trockene. So verschluckt nach ihm 1 Maß Burbaum = Kohle unter Quecksilber gelöscht, erkaltet und dann schwach befeuchtet, nur 15 Maß kohlensaures Gas, und braucht hiezu statt 24 Stunden, 14 Tage. Ist die Kohle gänzlich von Wasser durchdrungen, und kommt sie so mit Sauerstoffgas, Stickgas oder kohlensaurem Gas in Berührung, so läßt sie nach Saussure, während sie Gas aufnimmt, einen Theil des Wassers aus den Poren ausdringen. Dieser Behauptung steht jedoch hinsichtlich des Stickgases die von Vogel entgegen, nach welcher Kohle, welche man entweder glühend in das Wasser getaucht oder zuerst im Flintenlaufe geglüht, dann abgekühlt, dann durch Oeffnen des Hahns unter Wasser mit Wasser durchnäßt und endlich auf einen Filtrum gesammelt hat, durchaus kein Stickgas verschluckt, dagegen allerdings Sauerstoffgas; so daß eine solche feuchte Kohle als eudiometrisches Mittel und zur Abscheidung eines reinen Stickgases aus der Luft dienen kann.

Morozzo tränkte (wie es scheint, gewöhnliche) Holzkohle mit folgenden 4 Flüssigkeiten, wischte sie mit Fließpapier ab, und brachte sie kalt in den, von ihm bei seinen Versuchen angewandten, Apparat; hier verschluckte die mit Schwefelsäure befeuchtete Kohle 9 Linien, die mit Salpetersäure 4, 5, die mit Kalilösung getränkte 3, und die mit Kalkwasser benetzte 1, 5 Linien Luft; also hatten alle diese Flüssigkeiten die absorbirende Kraft der Kohle bedeutend geschwächt.

Die Schnelligkeit mit welcher die Absorption der Gasarten durch Kohle erfolgt, hängt von denselben Umständen ab, wie die Menge, und außerdem noch von der Oberfläche, dem Bewegen u. s. w. Die trockene Kohle ist, wenn kein besonderer Umstand eintritt, nach Saussure in 24 bis 36 Stunden völlig mit einem Gase gesättigt.

Bei dieser Absorption der Gase durch Kohle findet eine merkliche Wärmeentwickelung Statt; die stärkste bei der Absorption des Ammoniakgases; eine schwächere, doch noch 14° C. betragend, beim khlsauren Gas, eine noch schwächere beim Srstgas, und beim Wsstgas endlich ist sie nicht mehr bemerklich. Nach Saussure bringt das Entbinden der Gase bei vermindertem Druck eine ungefähr eben so große Erkältung hervor, als zuvor die, durch die Absorption bewirkte, Erhitzung betrug.

Die meisten Gase scheinen, nachdem sie von der Kohle verschluckt sind, keine weitere Veränderung zu erleiden, und man kann sie deshalb durch geeignete Mittel wieder davon scheiden. Die Ausnahmen,

welche hievon hinsichtlich des Erstgases, des Stickstoffprotoxyds und des Schwefelwasserstoffgases Statt finden, sind unter (94) angegeben worden.

Thierische, mit atmosphärischer Luft geschwängerte, Kohle soll nach Vogel in dem Maße, als sie sich beim Liegenbleiben an der Luft mit Feuchtigkeit sättigt, nicht blos das absorbirte Stickgas, sondern auch Stickgas aus ihrer eignen Masse ausstoßen. Blutkohle mit atm. L. gesättigt, stößt kein Gas aus, doch bildet sich in derselben nach Vogels Angabe Ammoniak.

Läßt man Kohle sich mit zwei Gasarten sättigen, welche nur unter gewissen Umständen der Verbindung mit einander fähig sind, so scheint diese doch nicht in der Kohle vor sich zu gehen. Nach Saussure erzeugt sich kein Wasser in der Kohle, wenn diese Wsstgas und Erstgas zugleich aufnimmt, eben so wenig Salpeters. beim Schwängern derselben mit Erstgas und Stickgas, und eben so wenig Ammoniak bei Stickgas und Wsstgas. Die Wasserbildung, welche Roupe und Van Noorden wahrzunehmen glaubte, läßt sich einem Fehler ihrer Verfahrungsart beimessen.

Die Grundsätze, worauf sich die Wiederentbindung der, von der Kohle absorbirten, Gasarten gründen lassen, sind schon im Vorigen enthalten. Sie kann hervorgebracht werden durch Luftverdünnung, durch Temperaturerhöhung, durch Hinzutreten andrer Gase und andrer nicht gasförmiger Substanzen, namentlich des Wassers.

Nach Brugnatelli zeigt die Kohle verschiedene elektrische Beziehungen, je nachdem sie mit diesem oder jenem Gase vereinigt ist. Er unterscheidet eine Wasserstoffkohle und eine thermoxydirte Kohle. Erstere bereitet er theils durch Sättigen der geglühten Kohle mit Wasserstoffgas, theils durch Eintauchen glühender Kohlen in Wasser, wo das durch die Kohle aus dem Wasser entwickelte Wasserstoffgas von der Kohle zurückgehalten wird. Die thermoxydirte Kohle stellt er dar, indem er Kohlen in Berührung mit Wasser an das positive Ende der Voltaischen Säule bringt, oder indem er die Kohle in Chlorgas taucht, und die gebildete Salzsäure mit Wasser wegwäscht, oder indem er Kohle kalt mit starker Salpetersäure im Dunkeln, oder mit sehr schwacher am Sonnenlichte behandelt. Nach Volta's Versuchen wird die thermoxydirte Kohle in Berührung mit allen übrigen Substanzen negativ elektrisch, während die gemeine Kohle in der galvanischen Reihe zwischen Graphit und Gold, und die Wasserstoffkohle, welche jedoch am schnellsten ihr Eigenthümliches verliehrt, zwischen Zinn und Zink steht.

b) Absorption der Dämpfe durch Kohle.

Die Kohle zieht mit großer Begierde die Wasserdämpfe an sich. Setzt man frisch geglühte Kohle der freien Luft aus, so nimmt sie beträchtlich an Gewicht zu, und diese Gewichtszunahme ist nur dem kleinsten Theile nach von der verschluckten Luft abzuleiten, da dieselbe Kohle, in einer größern Menge von Luft, als sie zu absorbiren vermag, eingeschlossen, blos eine sehr geringe Gewichtszunahme zeigt. Diese Gewichtszunahme der Kohle in freier Luft beträgt nach Allen und Pepys (Gehlen J. V. 669.) bei der Kohle von Guajakholz 9,6 Procent; bei der von Tannenholz 13; bei der Burbaumholzkohle 16, 5, und bei der Mahagonikohle 18 Procent. Sie erfolgt zum größten Theil in den ersten 2 Stunden und erreicht ihr Maximum in weniger als 24 Stunden. Erhitzt man eine solche der Luft ausgesetzt gewesene Kohle in einer Retorte, so geht zuerst wirkliches Wasser über, bei zunehmender Temperatur jedoch entwickelt sich eine große Menge Gas, von der Zersetzung des übrigen Wassers durch die Kohle herrührend.

Daß auch andere Dämpfe durch die Kohle absorbirt werden, beweisen theils die Erfahrung Saussures, nach welcher sie den Aetherdampf reichlich verschluckt, theils vorzüglich Döbereiners Versuche. 8 Pfund in einem Siebe befindliche Kohlen befreiten ein mit Tabaksdampf gefülltes Zimmer über Nacht von allem Tabaksgeruch: füllt man 3 Flaschen, jede 36 Cub. Zoll fassend, die erste mit Tabacksrauch, die zweite mit dem Rauch von asa foetida, die dritte mit dem Rauch von Berliner Räucherpulver, und bringt in eine jede 1,5 Cub. Zoll frisch geglühte und gepulverte Lindenholzkohle; so verliert die erste Flasche in 1; die zweite in $2\frac{1}{2}$; die dritte in 3 Stunden allen Geruch. Auch Blausäuredampf wird durch die Kohle aus der Luft vollständig aufgenommen; so verliert auch aus Schwefelsäure und Zink entwickeltes Wasserstoffgas, und das bei der trockenen Destillation des Holzes erhaltene brennbare Gas in Berührung mit Kohle, welche völlig mit Wasser durchdrungen ist, allen Geruch. Luft, durch faulendes Fleisch stinkend geworden, verliert durch schwach befeuchtete Kohle ihren fauligen Gestank, doch nicht alles Ammoniak. Läßt man Tabacksdampf aus einer Pfeife in eine mit Kohle gefüllte Büchse, und dann erst in den Mund treten; so erhält man zuerst wenig Rauch, der geruch- und geschmacklos ist, erst bei der 2n und 3n Pfeife, im Verhältniß, als sich die Kohle sättigt, nimmt der Rauch immer mehr den Geruch und Geschmack des Tabacks an, und die Kohle ist übelriechend und feucht geworden. Bewegung der Kohle befördert diese Absorption. Bringt man daher die Kohle in eine große mit Luft und

Tabacksdampf gefüllte Glocke, ohne zu schütteln, so nimmt sie den Tabacksgeruch nicht ganz hinweg.

B. Absorption der elastischen Flüssigkeiten durch andre feste Körper als durch Kohle.

a) Absoption der permanenten Gasarten durch dieselben.

Die Resultate von Saussure über diesen Gegenstand sind in den nachstehenden Tabellen enthalten:

1 Maß folgender Körper verschluckt bei 15° C. von folgenden Gasen Maße:

	Meerschaum.	Kleyschiefer.	Holzasbest.	Bergkorf.	Hydrophan.	Quarz.	Gyps.
Ammoniakgas	15	1,13	12,75	2,3	64	10	—
Salzsaures Gas	—	—	—	—	17	—	—
Schwefligsaures Gas	—	—	—	—	7,37	—	—
Hydrothionsaures Gas	11,7						
Stickoxydulgas	3,75						
Kohlensaures Gas	5,26	2	1,7	0,82	1	0,6	0,43
Oelerzeugendes Gas	3,7	1,5	1,7	0,82	0,8	0,6	—
Kohlenoxydgas	1,17	0,55	0,58	0,78	—	—	—
Sauerstoffgas	1,49	0,7	0,47	0,68	0,6	0,45	0,58
Stickgas	1,6	0,7	0,47	0,68	0,6	0,45	0,53
Oxydirtes Kohlenwasserstoffgas	0,85	0,55	0,41	0,68	—	—	—
Wasserstoffgas	0,44	0,48	0,31	0,68	0,4	0,37	0,50

	Bergmilch.	Haselholz.	Maulbeerholz.	Tannenholz.	Leinfaden	Wolle.	Seide.
Ammoniackgas	—	100	88	—	68	—	78
Kohlensaures Gas	0,87	1,1	0,46	1,1	0,62	1,7	1,1
Oelerzeugendes Gas	—	0,71	—	—	0,48	0,57	0,5
Kohlenoxydgas	—	0,58	—	—	0,35	0,3	0,3
Sauerstoffgas	0,67	0,47	0,34	0,5	0,35	0,43	0,44
Stickgas	0,80	0,21	0,18	0,21	0,33	0,24	0,125
Oxydirtes Kohlenwasserstoffgas	—	0,58	—	—	0,35	—	—
Wasserstoffgas	0,80	0,58	0,46	0,75	0,35	0,3	0,3

Demnach verdichten Meerschaum, Klebschiefer, Asbest; Hydrophan, Quarz und Gyps mehr Stickgas als Wsstgas; sämmtliche organische Stoffe dagegen mehr Wsstgas als Stickgas.

Hinsichtlich des Luftdrucks und des Verhaltens gegen Gasgemenge gilt für diese Körper das Aehnliche, als für die Kohle.

Wenig Wasser erhöht nach Saussure oft die absorbirende Wirkung dieser Körper; eine größere Menge desselben schwächt sie zum Theil.

A. von Humboldt glaubte gefunden zu haben, daß nicht nur Dammerde und aus beträchtlichen Tiefen und Salzbergwerken erhaltener Thon, sondern sogar reines Alaunerdehydrat, Kalk, Baryt, (nicht aber Bitter- und Kieselerde) im feuchten (nicht im trocknen) Zustande aus der Luft das Srstgas aufnehmen und reines Stickgas zurücklassen.

Aehnliche Resultate erhielt Van Mons und Lampadius. Jedoch Emmert, Saussure, Bertholle t, Champy, Chaptal, Fabroni, Böckmann fanden durch ihre Versuche dieselben nicht bestätigt; so wie auch Ruhlands Angaben (Schweigg. J. XVIII. 30) auf Ungenauigkeit der Versuche zu beruhen scheinen.

b) Absorption der Dämpfe durch nicht kohlige Körper.

Jeder starre Körper scheint aus der atmosphärischen Luft etwas Wasserdampf anzuziehen, und sich mit einer unbemerklichen Lage von Wasser zu bedecken, selbst wenn die Luft nicht mit Wasserdampf überladen ist. Die Menge des absorbirten Wassers ist verschieden, je nach dem Zustande und der Natur der starren Körper, und je nach der Sättigung der Luft mit Dampf. Je größer die Oberfläche eines und desselben Körpers ist, desto mehr absorbirt er Feuchtigkeit, und jedes Pulver, jeder poröse Körper, wie Holz, Erden u. s. w. zieht besonders viel an. Wie begierig das Pulver von Trappporphyr und Hafergrütze den Wasserdampf absorbirt, zeigt der Versuch von Leslie, (Schweigger Journal XX. 467), welcher Wasser damit zum Gefrieren brachte, wenn er dieselben stark getrocknet unter eine Glocke setzte, welche eine Schale voll Wasser enthielt, und die Glocke luftleer pumpte. So nehmen nach Rumford (Schweigger Journal VIII. 160) 100 Gewichtstheile getrocknetes Holz im Sommer 10, im Winter 24 Theile Wasser aus der Luft auf. Eben so bekannt ist es, daß gepulverte steinige und andere Mineralien, Kupferoxyd u. s. w. bei kurzem Verweilen an der Luft mehrere Prozent Wasser anziehen können. Ohne Zweifel ist die Absorption sehr verschieden, je nach der Natur des starren Körpers; doch sind hierüber keine Versuche angestellt.

Körper, welche sich an der Luft mit Wasser beladen haben, ver-

lieren dasselbe beim Erwärmen; beim Siedpunct des Wassers möchte nur eine Spur hygroskopischen Wassers zurückbleiben, in der Glühhitze wohl gar keines. Auch das Exantliren entfernt das hygroskopische Wasser aus den Körpern, besonders wenn man die Temperatur des zu trocknenden Körpers auf 100° C. erhöht und in die Glocke eine Schale mit Vitriolöl stellt, welches den erzeugten Wasserdampf (der dem Verdampfen des übrigen Wassers entgegen wirkt) immer wieder verschluckt.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie gegen den Wasserdampf zeigen die nicht kohligen starren Körper gegen alle übrigen Dämpfe, nur daß diese Verhältnisse noch viel weniger untersucht sind. Aetherdampf wird nach Saussure reichlich vom Meerschaume, geglühtem Holzasbest u. s. w. aufgenommen. Geruchlose oder anders riechende Körper in eine Luft gebracht, in welcher sich ein riechender Dampf befindet, werden bald mit dem Geruche des Dampfes durchdrungen, und behalten ihn längere Zeit; z. B. englische Bücher, Gegenstände in Apotheken u. s. w. Sie halten die riechenden Materien mit einer gewissen Kraft fest, und lassen sie nur langsam verdampfen, wenn sie mit einer Luft in Berührung kommen, welche nichts von solchen Dämpfen enthält, oder wenn man sie erhitzt, oder wenn man sie mit Wasser oder Wasserdampf haltender Luft zusammenbringt; vielleicht weil das Wasser eine größere Anziehung zu den starren Körpern hat und die riechende Materie dampfförmig austreibt, vielleicht auch, wie dieß Buchner vermuthet, weil die riechende Materie bloß in Gesellschaft des Wassers verdampft. Buchner (in seinem Repertorium für Pharmac. XV. 57) fand, daß Papier mit einem flüchtigen Oele oder mit Kölnisch Wasser befeuchtet, desgleichen die Blumen von Rosen, Hollunder und verbascum nach scharfem Trocknen nicht mehr riechen, aber ihren Geruch wieder erhalten, wenn man sie der (wasserhaltigen) Luft aussetzt, oder schneller noch, wenn man sie befeuchtet. Es erklärt sich hieraus eine Erfahrung Engelhard's, (Brandes Archiv für Pharmac. III, 104.) nach welcher 12 $\frac{3}{4}$ Pfund Anissamen, welcher 20 Jahr der Luft ausgesetzt gewesen war, und selbst beim Zerquetschen sehr schwach roch, bei der Destillation doch noch 3 $\frac{3}{8}$ Unzen flüchtiges Oel lieferte. Auch Saussure vermuthete schon, daß die Gerüche, z. B. der Blumen, auf Austreibung der riechenden Dämpfe durch die Feuchtigleit der Luft beruhen möchten.

Theorie der Absorption elastischer Flüssigkeiten durch starre Körper.

Am wahrscheinlichsten dürfte die Annahme seyn, daß die Absorption der elastischen Flüssigkeiten durch starre Körper zu denjenigen Er-

scheinungen gehört, welche auf der Gränze stehen zwischen den Wirkungen der Adhäsion und der Affinität oder chemischen Verwandtschaft; indem vorzüglich die verschiedene Absorptionsgröße, je nachdem die Kohle ganz oder gepulvert ist, zur mechanischen Ansicht hinführt, da sie den Gesetzen der Harröhrchenanziehung entsprechend erfolgt, andrerseits die sehr reichliche Absorption mancher Gasarten durch Kohle und die Analogie mit der Absorption durch tropfbare Flüssigkeiten auf die chemische Ansicht hinweist. Nehmen wir deßhalb, bis weitere Thatsachen eine genügendere Erklärung zulassen, entweder an, es wirke Adhäsion und Verwandtschaft zugleich, und zwar letztere vorzüglich da, wo mehrere Maße elastischer Flüssigkeit von Einem Maße des festen Körpers verschluckt werden, während vielleicht die geringern Absorptionen des Wasserdampfes und einiger Gasarten durch steinartige Körper als rein mechanisch anzusehen sind; oder nehmen wir an, die Kraft, welche diese Absorption bewirkt, sey ein Mittelding von Adhäsion und von Verwandtschaft. Dieser letztere Fall setzt die Annahme voraus, der Adhäsion und Verwandtschaft liege dieselbe Kraft zu Grunde — welche den ersten Namen erhält, wenn ihrem Bestreben zur innigen Vereinigung zweier heterogenen Körper andre Kräfte siegreich entgegenwirken, wo blos eine oberflächliche Verbindung eintritt, den letzten Namen, wenn die innige Vereinigung erfolgt. Zwischen dieser innigen Vereinigung und zwischen dem oberflächlichen Anhängen könnte bei einem gewissen Verhältniß der anziehenden Kraft zu den entgegenwirkenden Kräften ein Drittes liegen, wie es sich etwa bei diesen Absorptionserscheinungen ergiebt.

Zweites Capitel.

Von den Metallen.

127. Die Metalle sind einfache, fast vollkommen undurchsichtige, in Masse sehr glänzende, und selbst als Staub, wofern er nicht zu fein ist, ihren Glanz noch behaltende Körper, fähig, eine gute Politur anzunehmen, gute Leiter des Wärmestoffs und der Elektricität, (unauflöslich im Wasser), vermögend, sich in verschiedenen Verhältnissen mit Srst. zu verbinden und Oxyde damit zu bilden, welche glanzlos sind und zum größten Theil mehr oder minder neutrale Salze mit den Säuren bilden können.

128. Geschichtliches. — Die Metalle sind der Gegenstand vielfältiger Untersuchungen gewesen. Es giebt keinen Chemiker, der sich nicht damit beschäftigt hätte; mit der meisten Ausdauer aber ist

dieß ohnstreitig von den Alchemisten geschehen. Sie unterschieden die Metalle in vollkommene oder edle wie das Gold und das Silber, und in unvollkommene oder unedle wie das Quecksilber und Bley, und meinten, die letztern ließen sich durch geheime Mittel in Silber oder in Gold verwandeln, welches sie den König und das vollkommenste der Metalle nannten. Verführt durch eine falsche Theorie, voll unermüdlicher Geduld und blinden Eifers hielten sie die Bewerkstelligung einer solchen Verwandlung beständig im Auge, sie galt ihnen als das große Werk, der Stein der Weisen, der edelste Zweck, den man sich vorsetzen könnte. Schlaf, Vermögen, alles opferten sie ihren chimärischen Forschungen. Immer sich auf dem Puncte des Gelingens glaubend, fiengen sie ihre langen fruchtlosen Versuche immer wieder von Vorn an; ja sie erfanden eigne Oefen dazu, worin das Feuer ganze Jahre hindurch von ihnen unterhalten wurde. Einige vermaßen sich selbst, dem Tode durch Erfindung einer Universalmedicin zu trotzen, und namentlich rühmte sich Paracelsus, der das meiste Ansehn unter ihnen genoß, im Besitz einer solchen zu seyn; allein er hob die Täuschung selbst durch seinen, im acht und vierzigsten Lebensjahre erfolgten, Tod auf, verursacht durch körperliche Leiden, die er sich durch seine Ausschweifungen zugezogen hatte, während er versicherte, daß seine Panacee, die er gewöhnlich im Knopfe seines Degens trug, ihm die Unsterblichkeit sicher verbürgte.

So viel fruchtlose Bemühungen mußten indeß doch auch einige glückliche Resultate herbeiführen, und in der That muß man gestehen, daß der Zweig der Chemie, welcher die Metalle betrifft, den Alchemisten eine ziemlich große Menge Entdeckungen verdankt. Doch reichen diese bei weitem nicht an das, was in den letzten funfzig Jahren für ihre Kenntniß geschehen ist. Wirklich sind erst seit dieser Zeit die meisten Metalle gefunden worden; und während man vor dem 15ten Jahrhundert nur sieben Metalle kannte, das Gold, das Silber, das Eisen, das Kupfer, das Bley, das Zinn und das Quecksilber, kennen wir deren jetzt ein und vierzig, die alle von uns bei Aufzählung der einfachen Körper nahmhaft gemacht worden sind. (19).

128 bis *). † Mehrere Metalle, die man in neuern Zeiten entdeckt zu haben glaubte, haben sich nicht als eigenthümlich bestätigt; es fand sich bei genauern Untersuchungen, daß das, was man dafür gehalten hatte, nur bekannte Metalle waren, deren Eigenschaften durch die Verbindungen, in denen sie sich befanden, mehr oder weniger verlarvt wurden. Die Namen, die diesen angeblichen neuen Metallen beigelegt wurden, haben daher auch nur noch für die Geschichte der Chemie Wichtigkeit. Es sind dieß namentlich das Crodonium,

Junonium, Wodanium, Vestium oder Sirium und einige andere.

Das Crodonium, nach dem alten Thüringer Gott Crodo so genannt, wurde von Trommsdorf als ein neues Metall angegeben; (N. Journ. der Ph. III. 2. 64. IV. 1. 130.) er glaubte nämlich das Oxyd eines solchen in einem krystallinischen Anschuß, der sich auf dem Boden und den Seitenwänden einer großen, mit Englischer Schwefels. gefüllten, Flasche fand, entdeckt, und durch sein Verhalten als eigenthümlich nachgewiesen zu haben. Weitere Versuche indeß belehrten ihn, daß sein Crodonoxyd nichts mehr war, als gemeine Magnesia, mit einem kleinen Hinterhalte von Kupferoxyd, der ihren Eigenschaften einen fremden Stempel aufgedrückt hatte.

Thomson glaubte bei Analyse des Allanits ein neues Metall entdeckt zu haben, das er Junonium nannte (Gilb. Annal. XLIV. 113). Indeß da einerseits das Oxyd dieses neuen vorgeblichen Metalls in seinen meisten Verhältnissen mit dem Ceriumoxyd übereinkommt, andrerseits auch Thomson sein Junonium nur bei der Analyse eines einzigen Exemplars von Allanit erhielt, in den Zerlegungen anderer Stücke aber nur Ceriumoxyd; so mag auch hier wohl das Junonium auf dieses schon bekannte Oxyd zurückkommen.

Auch die vermeintliche Eigenthümlichkeit eines Oxyds, das John (Chem. Unters. II. S. 248.) im Cererit fand, ist durch keine weitern Untersuchungen bestätigt worden.

Das Wodanium wurde von Lampadius als ein neues Metall aufgestellt (Gilb. Annal. Bd. 60. S. 99) und in seinem reguliniſchen Zustande, in dem er es aus dem sogenannten Wodankies dargestellt zu haben glaubte, beschrieben. Stromeyer indeß (Gilb. Ann. LXII. S. 338.) fand diesen aus lauter bekannten Metallen zusammengesetzt, nämlich aus Nickel, Kobalt, Eisen und Arsenik, so wie Schwefel und kleinen Antheilen von Spießglanz, Kupfer, Bley und Mangan.

Als ein neues Oxyd glaubte Prof. Vest in Göttingen das des Vestiums oder Siriums aus den Schladminger Nickelerzen in Steyermark dargestellt zu haben, wo dieß Metall mit Nickel, Kobalt, Arsenik, Eisen, Schwefel u. s. w. vorkommt. Faraday und Wollaston indeß, die ein, von Vest dargestelltes, Metallkorn analysirten, fanden es aus Eisen, Nickel, Kobalt, Arsenik und Schwefel zusammengesetzt.

---

*) Ausgezogen aus Pfaffs Darstellung (Handbuch der analytischen Chemie II. 526).

Tabelle über die Entdeckung der Metalle.

Namen der Metalle.	Entdecker.	Zeit ihrer Entdeckung.
Gold . .	Seit den ältesten Zeiten bekannt.	
Silber . .		
Eisen . .		
Kupfer . .		
Quecksilber		
Bley . .		
Zinn . .		
Zink . .	Angezeigt von Paracelsus, welcher starb	1541
Wismuth .	Beschrieben im Werke von Agricola, welches erschien	1520
Antimon .	Basil Valentin beschrieb das Verfahren seiner Gewinnung . . .	15. Jahrh.
Arsenik .	Brandt	1733
Kobalt . .		
Platin . .	Wood, Probirer in Jamaica . .	1741
Nickel . .	Cronstedt	1751
Mangan .	Gahn und Scheele, ungefähr um	1774
Wolfram .	Delhuart, ungefähr um	1781
Tellur . .	Müller in Reichenstein	1782
Molybdän	Vermuthet von Scheele und Bergmann, bestätigt von Hielm .	1782
Titan . .	Gregor	1781
Uran . .	Klaproth	1789
Chrom . .	Vauquelin	1797
Columbium	Hatchett	1802
Palladium	Wollaston	1803
Rhodium .		
Iridium .	Von Descotils, und bestätigt von Fourcroy, Vauquelin und Smithson-Tennant	1803
Osmium .	Tennant	1803
Cerium .	Hisinger und Berzelius . .	1804
Kalium .	Entdeckt von Davy im J. . . .	1807
Natronium		
Baryum .		
Strontium	Angezeigt von Davy im J. . . .	
Calcium .		
Cadmium .	Hermann oder Stromeyer . .	1818
Lithium .	Arfwedson	1818

129. Das Studium der Metalle darf nicht in willkührlicher Ordnung geschehen, widrigenfalls man auf große Schwierigkeiten stoßen würde. Wir werden sie in sechs Abschnitte theilen, welche sich auf die V., die diese Körper zum Srst. besitzen, gründen. In die erste Abtheilung bringen wir die, welche noch nicht reducirt zu werden vermochten, und nur der Analogie halber unter die Metalle aufgenommen werden, oder weil die Stoffe, in denen sie enthalten sind, die größte Aehnlichkeit mit Metalloxyden zeigen. Ihrer sind sieben, nämlich: das Magnesium, Glycinium, Yttrium, Aluminium, Thorinium, Zirkonium, Silicium *).

In den zweiten Abschnitt bringen wir die, welche das Sauerstoffgas bei sehr hoher T. zu verschlucken, und das Wasser bei der gewöhnlichen T. schnell zu zersetzen vermögen, indem sie sich seines Sauerstoffs bemächtigen und seinen Wasserstoff mit einem lebhaften Aufbrausen entweichen lassen. Hieher gehören sechs: das Calcium, das Strontium, das Baryum, das Lithium, das Natronium und das Kalium.

Zu dem dritten Abschnitt rechnen wir die Metalle, welche den Sauerstoff gleich den vorigen bei der höchsten T. zu verschlucken vermögen, das W. dagegen nur bei der Rothglühhitze zu zersetzen fähig sind. Das Manganmetall, das Zink, das Eisen, das Zinn und das Cadmium sind hieher zu zählen. Von letzterm läßt sich jedoch nicht mit Gewißheit behaupten, daß es hieher gehöre, denn wir haben keinen directen, mithin keinen beweisenden, Versuch, der uns berechtigte, ihm diese Stelle zu geben; und es ist blos deßhalb geschehen, weil es, wie das Manganmetall, das Zink, das Eisen, aufl. in flüssiger Salzs., in schwacher Schwefels. und selbst in Essigs. mit Entbindung von Wasserstoffgas ist, eine Erscheinung, welche dahin deutet, daß es eine große V. zum Srst. besitzt, und welche auch allem Anschein nach nur den, der Wasserzersetzung fähigen, Metallen zukommt.

Zu dem vierten Abschnitt werden wir diejenigen Metalle rechnen, welche noch, wie die vorigen, das Sauerstoffgas bei sehr hoher T. zu verschlucken vermögen, das Wasser aber weder in der Kälte, noch in der Wärme zersetzen. Dieser Abschnitt befaßt die meisten Metalle, nämlich folgende funfzehn: Arsenik, Molybdän,

---

*) Diese Klasse dürfte nach Berzelius neuesten Entdeckungen vielleicht ihre Stelle unter den Metallen ganz verlieren, indem das Zirkonium und Silicium, welche er wirklich reducirt und isolirt dargestellt hat, keine metallischen Eigenschaften zeigten, wonach sich vermuthen läßt, daß dieß auch bei den andern Grundlagen der Erden der Fall seyn möge. (S. Silicium und Zirkonium).

Chrom, Wolfram, Columbium, Antimon, Uran, Cerium, Kobalt, Titan, Wismuth, Kupfer, Tellur, Nickel und Bley. Wir werden diesen Abschnitt in zwei Theile theilen, unter den ersten die fünf erstgenannten Metalle bringen, welche Säuren zu bilden vermögen; unter den zweiten die zehn andern, die nur Oxyde mit dem Sauerstoff geben können.

Der fünfte Abschnitt wird diejenigen Metalle befassen, die das Sauerstoffgas nur bei einem gewissen Wärmegrade aufzunehmen vermögen und zur Wasserzersetzung unfähig sind. Ihre Oxyde müssen nothwendig durch eine hohe T. reducirt werden. Das Queckſilber und das Osmium gehören in diesen Abschnitt.

Der sechste Abschnitt endlich wird aus den Metallen bestehen, welche bei keiner T. das Sauerstoffgas zu verschlucken und das W. zu zersetzen vermögen, und deren Oxyde unter dem Grade der Rothglühhitze reducirt werden. Solcher Metalle giebt es sechs: Silber, Palladium, Rhodium, Platin, Gold, Iridium.

Nachdem wir die Metalle so viel möglich in der Ordnung nebeneinandergestellt haben, in welcher sie die größte V. zum Srst. besitzen, nicht blos hinsichtlich der verschiedenen Abschnitte unter einander, sondern auch in jedem Abschnitt besonders, eine Classification, die uns in der Folge von großem Vortheil seyn wird, wollen wir nun zum Studium der allgemeinen Eigenschaften der Metalle übergehen, und zwar mit den physischen den Anfang machen [1]).

130. Physische Eigenschaften. — Aggregatzustand. Alle Metalle sind fest bei der gewöhnlichen T., ausgenommen das Queckſilber; welches erst bei — 39 bis — 40° erstarrt.

Farbe. — Die Metalle sind verschieden gefärbt: das Gold ist gelb; das Kupfer und das Titan sind roth; fast alle andre sind mehr oder minder weiß.

---

1) Diese Classification wird jedoch unstreitig in der Folge hinsichtlich der Stelle, welche die Metalle jedes Abschnitts unter einander einnehmen, noch Abänderungen erfahren, indem der Grad der Anziehung dieser Körper zum Srst. noch nicht gehörig ausgemittelt ist. Wahrscheinlich selbst werden einige Metalle aus einer Klasse in die andre versetzt werden müssen. Das Palladium z. B. dürfte vielleicht der fünften angehören.

Tabelle
über die Farbe der Metalle.

Silber . . .	glänzend weiß.
Zinn . . .	silberähnliches Weiß.
Platin . . .	
Palladium . .	
Nickel . . .	
Queckſilber . .	
Iridium . .	
Tellur . . .	
Antimon . .	Silberweiß, ins bläuliche ziehend.
Cadmium . .	deßgl.
Kobalt . . .	zinnartiges Grauweiß.
Kalium . . .	graulich weiß.
Natronium .	
Manganeſium	
Arſenik . . .	
Cerium . . .	
Rhodium . .	
Bley . . .	grauweiß, ins blaue ziehend.
Zink	
Wismuth . .	gelblichweiß.
Eiſen . . .	grau, ins blaue ſpielend.
Molybdän . .	dunkelgrau.
Uran . . .	
Osmium . .	ſchwarzes oder bläuliches Pulver.
Gold . . .	rein gelb.
Kupfer . . .	gelblichroth.
Titan . . .	roth.

Glanz. Den eigenthümlichen lebhaften Glanz, welcher den Metallen, ſelbſt wenn ſie in Pulver verwandelt ſind, eigen iſt, nennt man Metallglanz; er hängt von der Eigenſchaft der Metalle ab, ſehr viel Licht zurückzuwerfen. Die glänzendſten Metalle ſind das Gold, das Silber, das Platin, das Eiſen im Zuſtande von Stahl, das Kupfer u. ſ. w.

Undurchſichtigkeit. Die Metalle ſind faſt vollkommen undurchſichtig; lange Zeit ſogar hat man ſie für völlig undurchſichtig gehalten; es iſt jedoch gewiß, daß ein ſehr dünnes Goldblatt (nach Newton $\frac{1}{280000}$ engl. Zoll dick) einigen (grünen) Lichtſtralen den Durchgang verſtattet, wie ſich leicht beſtätigt finden läßt, wenn man

ein solches Blatt zwischen sein Auge und das Licht der Sonne oder einer Kerze bringt *).

Da nun das Gold das dichteste Metall nach dem Platin ist, und fast eben so dicht als dieses, so läßt sich annehmen, daß kein Metall vollkommen undurchsichtig sey. (?)

Dichtigkeit. Man hielt es ehedem für ein wesentliches Merkmal der Metalle, daß sie dichter seyen, als andre Körper; seit der Entdeckung des Kaliums und Natroniums jedoch hat man diese Meinung aufgeben müssen. Die Metalle besitzen eine sehr verschiedene Dichtigkeit: das Platin, welches hinsichtlich derselben oben an steht, wiegt ein und zwanzig mal so viel als das destillirte Wasser; während das Kalium, das leichteste, an Gewicht vom Wasser übertroffen wird. In folgender Tabelle sind die Metalle nach der Ordnung ihres größten specifischen Gewichts, auf das des Wassers als Einheit bezogen, geordnet **).

---

*) Nach Kastner soll aus sehr verdünnter Aufl. durch galvanische El. metallisch gefälltes Gold durchsichtig, und bis zum schwachen Glühen erhitzt durchscheinend seyn; allein wahrscheinlich sind so feine Metallblättchen schon mechanisch durchlöchert, wie es die sehr fein geschlagenen Platinblättchen augenscheinlich beweisen. Einen vorzüglichen Beweis für die Undurchsichtigkeit der Metalle geben die vergoldeten Silberdrähte: nach Reaumur wird eine 360 Unzen wiegende Silberstange mit 6 Unzen Gold vergoldet, dann zu einem 97 franz. (60 deutsche) Meilen langen Drahte ausgezogen; und doch scheint das Silber nirgends durch das Goldhäutchen, obwohl dessen Dicke nur $\frac{1}{7731}$ Zoll beträgt; ja man hat Drähte verfertigt, wo der nicht durchscheinende Ueberzug nur das Drittheil hievon betrug. (Scholz. Chem. I. 344. Biot Lehrb. der Physik I. 10).

**) Das wahre spec. Gewicht der Metalle ist das der gehämmerten oder gewalzten; die blos gegossenen Metalle haben immer Luftbläschen, Risse und ungleiche Dichtigkeit. Hatchett hat noch folgenden bemerkenswerthen Einfluß auf die Dichtigkeit der Metalle bemerkt. Gießt man in verticaler Richtung eine Stange Gold, so wird man finden, daß die Dichtigkeit des Metalls am untern Ende größer ist, als am obern, und zwar im Verhältniß von 17,364 zu 17,035 (Ure chem. Handw. Art. Legirung). Die von Brisson herrührenden spec. Gewichte in der obigen Tabelle beziehen sich auf W. von 14° R. Wärme; die von Hatchett auf W. von $12\frac{1}{2}$° R.; von Klaproth auf W. von der größten Dichtigkeit als Einheit.

Tabelle

über das specifische Gewicht der Metalle in der Reihenfolge ihrer größten Dichtigkeit, bei der gewöhnlichen Temperatur.

Platin	20,98		Brisson.
Gold	19,26 bis 19,36		Brisson.
(Iridium)	18,68		Children.
Wolfram	17,6 bei 17°,5		D'Elhuyart.
Queckſilber	13,568		Brisson.
Palladium (je nachdem es gehämmert oder gewalzt iſt)	11,3 bis 11,8		Wollaston.
Bley	11,352		Brisson.
Silber	10,4743		Brisson.
Wismuth	9,822		Brisson.
Kobalt	8,5384		Hauy.
Uran	9,		Bucholz.
Kupfer (feines ſchwediſches)	8,895		Hatchett.
Cadmium	8,6040		Stromeyer.
Arſenik	8,308		Bergmann.
Nickel	8,279		Richter.
Eiſen	7,788		Brisson.
Molybdän	7,400		Hielm.
Zinn	7,291		Brisson.
Zink	6,861 bis 7,1		Brisson.
Manganeſium	6,850		Bergmann.
Spießglanz	6,7021		Brisson.
Tellur	6,115		Klaproth.
(Chromium)	5,90		Richter.
(Baryum)	4.		Davy.
Natronium	0,97223	bei 15° C	Gay-Luſſac u. Thenard.
Kalium	0,86507	bei 15° C	Gay-Luſſac u. Thenard.

Dehnbarkeit oder Geſchmeidigkeit. — Die Dehnbarkeit oder Geſchmeidigkeit iſt die Eigenſchaft, welche gewiſſe Metalle beſitzen, beim Durchgehen durch den Drahtzug [1]) ſich in Drähte auszuziehen,

---

1) Der **Drahtzug** (la filière) iſt eine rechteckige, mit Löchern von verſchiedenem Durchmeſſer durchbohrte, Platte von Stahl, durch welche man die Metalle hindurchzugehen zwingt, um ſie zu Drähten auszudehnen. Man ſchmilzt oder ſchmiedet das Metall, von dem man den Draht verlangt, zu Stangen oder Barren; verdünnt ein Ende davon, und ſteckt es in eins der Löcher des vertical geſtellten und ſehr ſicher befeſtigten Drahtzuges. Darauf

und unter dem Schlage des Hammers oder Drucke des Streckwerks [x]) in Platten oder Blech ausdehnen zu lassen: letztre Eigenschaft (durch Hämmern oder Walzen nach mehrern Richtungen zugleich die Form zu verändern) wird jedoch noch besonders unter dem Namen Hämmerbarkeit oder Malleabilität von der ersten (sich blos nach Einer Richtung auszudehnen), der Streckbarkeit oder Ductilität unterschieden, indem eine wirkliche Verschiedenheit zwischen beiden Statt zu finden scheint; da die Metalle, welche am leichtesten durch den Drahtzug gehen, nicht immer auch am leichtesten durch das Streckwerk hindurchgehen. Als Beispiel läßt sich das Eisen anführen, aus dem sich ganz feine Drähte, aber nicht sehr dünne Bleche verfertigen lassen. Unter den reguliniſch (rein) darstellbaren Metallen sind 16 dehnbar, 14 spröde. Das dehnbarste Metall läßt sich nur bis zu einem gewissen Punct abplatten oder strecken, wenn es nicht erhitzt wird (indem durch fortgesetztes Hämmern und Strecken die Dehnbarkeit vermindert, durch Wärme aber in der Regel erhöht wird).

---

faßt man das verdünnte Ende des Metalls mit einer Zange, welche man stark zusammenkneipt, und zwingt das Metall, mit Hülfe von Hebeln, durch den Drahtzug hindurchzugehn. So läßt man es durch immer kleinere Löcher gehen, indem man Sorge trägt, es von Zeit zu Zeit anzulassen (zu glühen und langsam abkühlen zu lassen) damit es keine Risse bekommt. So setzt man das Verfahren fort, bis der Draht die verlangte Dünne hat.

1) Das Streckwerk (le laminoir) besteht aus zwei stählernen Walzen, die horizontal über einander angebracht, sich nach der nämlichen Richtung drehen, und einander beliebig genähert werden können. Man plattet das Metall, von dem man das Blech verlangt, an einem Ende ab, und läßt es zwischen den beiden Walzen nach der Richtung ihrer Drehung hindurchgehen. Der Abstand zwischen den beiden Walzen muß kleiner seyn, als die Dicke des zu walzenden Metalls.

Offenbar könnte man den Walzen anstatt der horizontalen Lage auch die verticale geben; sie würde jedoch minder bequem seyn. Jedenfalls ist erforderlich, die zu walzenden Stücke von Zeit zu Zeit anzulassen; widrigenfalls sie Risse bekommen, ja selbst völlig zerreißen würden, weil ihre Theilchen wegen der Näherung nicht mehr über einander gleiten könnten. Die mindest dehnbaren Metalle erfodern das häufigste Anlassen.

Tabelle
über die Ductilität und Malleabilität.

Metalle, welche ductil und malleabel sind, nach alphabetischer Ordnung.	Spröde Metalle, nach alphabetischer Ordnung.	Metalle nach dem ungefähren Grade ihres leichtern Durchgehens durch den Drahtzug geordnet.	Metalle nach dem ungefähren Grade ihres leichtern Durchgehens durch das Streckwerk geordnet.
Bley.	Antimon.	Gold.	Gold.
Cadmium.	Arsenik.	Silber.	Silber.
Eisen.	Cerium [2]).	Platin.	Kupfer.
Gold.	Chrom.	Eisen.	Zinn.
Iridium [1]).	Columbium [2]).	Kupfer.	Platin.
Kalium.	Kobalt.	Zink.	Bley.
Kupfer.	Manganesium.	Zinn.	Zink.
Natronium.	Molybdän.	Bley.	Eisen.
Nickel.	Rhodium.	Nickel.	Nickel.
Osmium [1]).	Tellur.	Palladium? [3]).	Palladium? [3]).
Palladium.	Titan [2]).	Cadmium? [3]).	Cadmium? [3]).
Platin.	Wolfram.		
Quecksilber.	Uran.		
Silber.	Wismuth.		
Zinn.			
Zink.			

Zähigkeit oder Tenacität. — Man versteht hierunter die Eigenschaft, welche die geschmeidigen Metalle besitzen, in dünne Drähte verwandelt, ein gewisses Gewicht zu tragen, ohne zu zerreißen. Je größer das Gewicht, was sie so zu tragen vermögen, um so stärker ihre Tenacität.

1) Da das Iridium und Osmium noch nicht haben geschmolzen werden können, so weiß man nicht, ob sie wirklich geschmeidig sind; man glaubt es jedoch, weil sie geschmeidige Legirungen bilden.

2) Da das Columbium, Cerium und Titanium noch nicht haben geschmolzen werden können, so weiß man nicht, ob sie wirklich spröde sind, man hält sie nur dafür, weil sie spröde Legirungen bilden.

3) Nach Palladium und Cadmium steht ein Fragzeichen, um anzuzeigen, daß man die Stelle nicht kennt, welche ihnen gebührt.

Folgende Metalle, als Drähte von 2 Millimeter im Durchmesser, trugen

	Kilogr.	
Eisen .	249,659	Sickingen.
Kupfer .	137,399	
Platin .	124,000	Guyton-Morveau.
Silber .	85,062	Sickingen.
Gold .	68,216	
Zinn .	24,200	Muschenbroeck.
Zink .	12,720	

† Auch George Rennie hat mehrere Versuche über die Tenacität der Metalle und andrer Körper angestellt. Seine Resultate sind folgende:

Stangen verschiedener Metalle von 6 Zoll Länge und $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, wurden mit Zangen aufgehängt und durch nachstehende Gewichte zerrissen.

Horizontal gegossenes Eisen	1166	Pfund avoir du poids.
Dergleichen verticales	1218	—
Gußstahl, vorher gehärtet	8391	—
Gemeiner Stahl, durch den Hammer bereitet	8322	—
Deutscher Stahl deßgl.	7977	—
Schwedisches Eisen deßgl.	4504	—
Englisches Eisen deßgl.	3492	—
Hartes Stückmetall, Durchschnittszahl aus 2 Versuchen	2273	—
Geschlagenes Kupfer	2112	—
Gegossenes Kupfer	1192	—
Feines gelbes Messing	1123	—
Gegossenes Zinn	296	—
Gegossenes Blei	114	—

(Ure chem. Handwörterb. Art. Cohäsion.)

Härte. Eine sehr große Verschiedenheit findet zwischen den Metallen hinsichtlich ihrer Härte Statt; manche ritzen fast alle Körper; so das Eisen u. s. w.; andre dagegen lassen sich von fast allen Körpern ritzen: so das Bley, in das der Fingernagel schneidet; ferner das Kalium und Natronium, die (bei der gewöhnlichen T.) weich wie Wachs sind.

Unter den Metallen, deren Härte geprüft worden ist, stehen zufolge einer, in Thomsons Werke befindlichen, Tabelle, das Wolframium und Palladium oben an; darauf folgen nach der Reihe das Mangan und Eisen, das Nickel, das Platin, das Kupfer, das Silber

und das Wismuth, das Gold, das Zink und das Antimon, das Kobalt und das Zinn, das Bley [1]), das Arsenik.

Das Natronium und Kalium besitzen eine bei Weitem geringere Härte, als die vorigen; die des Queckſilbers ist null.

Elasticität und Klang. Die Metalle sind im Allgemeinen um so elastischer und klangreicher, je größer ihre Härte ist: auch läßt sich ihre Elasticität und Fähigkeit zu klingen durch Verbindung mit andern Körpern, die sie härter machen, ohne ihnen ihren metallischen Charakter zu rauben, erhöhen. Beispiel, gehärteter Stahl oder Verbindung von Eisen und Kohle; Glockenspeise oder Legirung von Kupfer und Zinn. Die meisten Metalle sind in ausgezeichneterm Besitz der beiden genannten Eigenschaften, als die nicht metallischen Körper.

Ausdehnbarkeit. Alle bisher in dieser Hinsicht geprüften Metalle zeigen sich ausdehnbarer, als die andern festen Körper, einige Ausnahmen abgerechnet. Jedes dehnt sich auf eine fast gleichförmige Weise von 0 bis 100° aus. Darüber hinaus findet diese Gleichförmigkeit nicht mehr Statt (S. (42.)).

Geruch und Geschmack. Man beobachtet an einigen Metallen einen unangenehmen, insbesondre durch Reiben zu entwickelnden, Geruch und Geschmack; so am Eisen, Bley, Kupfer und Zinn. Das Gold, Silber und Platin zeigen diese Eigenschaft nicht; woraus man schließen kann, daß sie nur den Metallen, welche durch die Luft oxydirbar sind, in einem hervorstechenden Grade zukommt.

Innres Gefüge; dieß besteht in der Form und Anordnung der innern Theile des Metalls. Bald ist es blättrig, wie im Antimon, Wismuth, Zink; bald fasrig wie im Eisen.

Krystallgestalt. Die Gestalten, welche die Metalle annehmen, sind das regelmäßige Octaeder, der Würfel und alle davon abzuleitenden. Mehrere, wie das Gold, das Silber und das Kupfer finden sich von Natur krystallisirt. Die, welche sich am leichtesten so durch das, in (9) angegebene Verfahren erhalten lassen, sind das Wismuth, das Antimon, das Zink, das Zinn, das Bley, das Arsenik und im Allgemeinen alle Metalle, die zu ihrer Schmelzung keine hohe T. erfodern.

Nachdem wir alle physischen Eigenschaften der Metalle durchgegangen sind, wollen wir uns nun zu Betrachtung ihrer chemischen wenden, und zwar zuerst vom Grade ihrer Schmelzbarkeit sprechen.

131. Chemische Eigenschaften. — Wirkung des Feuers. — Die Metalle schmelzen bei sehr verschiedenen Graden; die einen unter der Rothglühhitze, mehrere andre etwas darüber;

---

1) Das Bley ist jedoch ohne Widerspruch weicher als das Arsenik.

einige nur bei sehr hoher T.; andre endlich sind beinahe unschmelzbar *). Das Feuer eines gewöhnlichen Ofens reicht zur Schmelzung der ersten hin; die zweiten erfodern ein Reverberirfeuer; die dritten das Feuer des Schmelzofens; die letzten endlich lassen sich nur durch die Hitze zwingen, welche durch Verbrennung von Kohle mit reinem Srst. oder von Wasserstoff mit Srst. (oder auch durch mächtige Brennspiegel oder im Kreise gewaltiger Voltaischer Strömungen) hervorgebracht wird. Gewöhnlich nimmt man die Schmelzung in einem Tiegel vor, und nur, wenn das Metall sehr schmelzbar, sehr oxydirbar ist, wie das Kalium und das Natronium, wird es zweckmäßig seyn, sie in einer kleinen Glocke voll Oel vorzunehmen.

Durch das (9) angegebene Verfahren lassen sich die Metalle nach dem Schmelzen in Krystallform erhalten. Das Metall, welches am beßten krystallisirt, ist das ganz reine, und insbesondre von Arsenik freie, Wismuth. Seine Krystalle sind kubisch und ordnen sich so an, daß sie quadranguläre hohle Pyramiden bilden.

Wenn man die Metalle, anstatt sie blos ihrer Schmelzhitze auszusetzen, einer weit höhern T. unterwirft, so verflüchtigen sich mehrere derselben [1]). Wenigstens sechs sind in diesem Fall: das Queckſilber, Arsenik, Kobalt, Cadmium, Kalium, Tellur und Zink. Um sich von ihrer Flüchtigkeit zu überzeugen, muß man das Queckſilber, Cadmium in eine Glasretorte mit einer Vorlage, in welche das Metall übergeht, erhitzen, das Kalium in einer kleinen Glasglocke voll Stickstoffgas und Queckſilber; und das Zink in einer steingutnen Retorte [2]).

---

*) Die leicht schmelzbaren Metalle werden leichtflüſſige, die schwer schmelzbaren ſchwer- oder ſtrengflüſſige genannt.

1) Chaudet glaubt, daß das Wismuth flüchtig sey (Ann. de Chim. et de Phys. tom. IX. p. 307). Im Grunde (réellement) sublimirt es sich nur unter den nämlichen Umständen als das Antimon (S. die folgende Note).

2) Das Antimon, einer sehr hohen Hitze in einer steingutnen Retorte ausgesetzt, verflüchtigt sich nicht; calcinirt man dagegen Antimonoxyd mit Kohle, so verflüchtigt sich das Metall zum großen Theil, so wie es sich reducirt. Wie soll man sich diese, dem Anschein nach widersprechenden, Thatsachen erklären? Gay-Luſſac's Erklärung ist folgende: Alle tropfbaren Flüssigkeiten haben das Bestreben, sich in Dunst zu verwandeln; und vermöge deſſelben verflüchtigt sich eine Fl., die man in einen leeren oder mit Gas gefüllten, Raum gebracht hat, in um so größerer Menge, je größer der Raum ist, u. s. w. (49). Im ersten Fall nun findet sich das Antimon in einem sehr kleinen Raum, der nämlich dem Volumen der Retorte gleich ist; dagegen es sich im zweiten im nämlichen Fall befindet, als wenn es in einen sehr beträchtlichen Raum gebracht wäre, weil sich dann viel kohlensaures Gas bildet, und dieß mit Antimondünsten, nach Verhältniß des Volumens, das es einnimmt, schwängern muß. Uebrigens begreift man leicht, warum das Antimon sich fast ganz im Halse der Retorte verdichtet: dieß ist nämlich die unmittelbare Wirkung des Erkaltens, welches es erfährt.

Tabelle
über die Metalle, nach dem Grade ihrer Schmelzbarkeit geordnet.

		Centesimalgrade des Thermometers.	
Schmelzbar unter der Rothglühhitze.	Quecksilber	— 39°	Verschiedene Chemiker.
	Kalium	+ 58	Gay-Lussac und Thénard.
	Natronium	+ 90	
	Zinn	+ 210	Newton.
	Wismuth	+ 256	
	Bley	+ 260	Biot.
	Tellur. Etwas weniger schmelzbar, als das Bley		Klaproth.
	Arsenik. Unbestimmt (noch unter der Glühhitze).		
	Zink	+ 370	Min. von Brogniart.
	Antimon. Etwas unter der Rothglühhitze.		
	Cadmium		Stromeyer.

Pyrom. v. Wedgwood.

Unschmelzbar unter der Rothglühhitze	Silber	20°	Kennedy, nach Thoms.
	Kupfer	27	Wedgwood.
	Gold	32	
	Kobalt. Etwas minder schwerflüssig als das Eisen.		
	Eisen	130	Wedgwood.
		158	Ritter Makenzie.
	Mangan	160	Guyton.
	Nickel. Wie das Mangan		Richter.
	Palladium, Molybdän, Uran, Wolfram, Chrom.	Fast unschmelzbar, und durch das Feuer des Schmelzofens nicht als Metallkorn zu erhalten.	Schmelzbar im Wasserstoff- u. Sauerstoffgebläse.
	Titan, Cerium, Osmium, Iridium, Rhodium, Platin, Columbium	Unschmelzbar im Schmelzofen; schmelzbar im Wasserstoff- und Sauerstoffgebläse.	

Es verhält sich mit den andern Metallen und mit allen Körpern überhaupt, wie mit dem Antimon; alle verflüchtigen sich mehr oder weniger, wenn man sie schmilzt und Gasströmen aussetzt, die einen, wie das Antimon, das Natronium u. s. w., besitzen diese Eigenschaft in bemerkenswerthem Grade. Andre, wie das Gold, kaum; wovon die Ursachen (51) erörtert worden sind.

† Auch Daniell hat neuerlich mittelst eines von ihm erfundenen Pyrometers, welches sich darauf gründet, daß die Ausdehnung einer Platinstange durch die Hitze, mittelst einer damit verbundenen geeigneten Vorrichtung auf einer in 360° getheilten Kreiseintheilung angegeben wird (s. die Beschreibung Ed. phil. J. V. 397), Versuche über den Schmelzgrad mehrerer Metalle angestellt, deren Resultate in folgender Tabelle zugleich auf Fahrenheitsche Grade reducirt, enthalten sind.

	Daniells Scale	Fahrenh. Therm.	Wedgewoods Resultate
Schmelzpunct des Zinns . . .	92°	644°	
—— — Wismuths .	63°	444	
—— — Bleys . . .	66	462	
—— — Zinks . . .	94	648	
—— — Messings . .	267	1869	3807
—— — reinen Silbers	319	2233	4717
—— — Kupfers . .	364	2548	4587
—— — Goldes . .	370	2590	5237
—— — Gußeisens .	497	3479	17977
Rothglühhitze, am Tageslichte gerade sichtbar	140	980	1077
Siedpunct des Queckſilbers . .	92	644	600

† Die Versuche, aus denen Daniell diese Resultate zog, wurden mehrmals mit sehr naher Uebereinstimmung derselben wiederholt. Die Vergleichung mit der letzten Spalte zeigt, wie groß die Verschiedenheit derselben von den Wedgewoodschen Resultaten ist. Daniell führt jedoch an, daß man Ursach habe, gegen letztre mißtrauisch zu seyn, da beim Wedgewoodschen Pyrometer sich der nämliche Grad der Zusammenziehung eben so wohl durch eine lange fortgesetzte niedre als eine kürzer dauernde höhere Temperatur erhalten lasse (Edinb. phil. J. V. 397).

† Die meisten Metalle gehen so wie Eis auf einmal aus dem festen Zustande in den tropfbaren über, ja einige werden kurz vor dem Schmelzen noch härter und spröder, z. B. Bley, Zink. Nur wenige Metalle gehen allmälig in den tropfbaren Zustand über, werden vor dem Schmelzen weich und bei Erhöhung der T. immer weicher, bis sie endlich die Form des Gefäßes annehmen und dann mit converer Oberfläche fließen, d. h. vollkommen tropfbar werden. Bis jetzt kömmt diese Eigenschaft nebst dem Kalium und Natronium blos dem Eisen und Platin zu, und diese zwei Metalle erhalten dadurch die Eigenschaft, sich in der Weißglühhitze (Schweißhitze) durch

Hammerschläge, so wie zwei Stücken Wachs zwischen den Fingern, zusammen kneten zu lassen, welches man bei den Metallen mit dem Ausdrucke des Schweißens bezeichnet (Scholz Chem. I. 350).

† Leitungsvermögen für die Wärme. — Desprez hat die verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit einiger Metalle mit Genauigkeit zu messen gesucht, indem er von diesen Metallen gleich große Prismen verfertigen ließ, worin auf bestimmten Abständen Vertiefungen angebracht waren, die er mit Queckſilber füllte, um darin Kugeln von Thermometern einzusetzen. Das eine Ende von jedem Prisma wurde über einer Argandschen Lampe mit einer solchen Gleichförmigkeit erhitzt, daß das, diesem Ende nächste, Thermometer in allen Prismen den nämlichen Wärmegrad erhielt, und die Erhitzung wurde so lange fortgesetzt, bis kein weiteres Zunehmen der T. am andern Ende zu bemerken war; wo er dann, nach dem verschiedenen Thermometerstande, auf den bestimmten Abständen vom ersten Thermometer, die Verschiedenheit der Leitungsfähigkeit berechnen konnte. Um bei diesem Versuch die Wirkung der Ausstralung gleichformig zu machnn, waren alle Prismen mit dem nämlichen Firniß gleich dicht überzogen. Er fand auf diese Weise die Leitungsfähigkeit folgender fünf Metalle in folgender Ordnung: Kupfer, Eisen, Zink, Zinn Bley. Die Leitungsfähigkeit des Kupfers war zu der des Eisens wie 12 : 5. Eisen und Zink haben ungefähr die nämliche Leitungsfähigkeit; das Bley aber hat nur die Hälfte von der des Eisens oder $\frac{1}{6}$ von der des Kupfers (Berzelius Chem.).

131 bis. Wirkung des el. Fluidums. Die Metalle sind vortreffliche Leiter der Elektricität; ja die beßten die man kennt. † Vorzüglich wichtig sind die Untersuchungen von Davy über diesen Gegenstand. Derselbe stellte seine Versuche so an, daß er mit dem Leiter, dessen Leitungsvermögen er unter abgeänderten Umständen prüfen wollte, den Kreis schloß und beobachtete, wenn er die Säule vollständig entlud. Um aber zu wissen, wenn dieß der Fall sey, machte er noch einen zweiten Schließungsbogen mittelst zweier Silberdrähte, die er von den beiden Enden der Batterie aus in Wasser leitete; durch Zersetzung dieses Wassers mußte sich nämlich jeder Rückstand von El., der nicht durch den ersten, aus dem zu prüfenden Leiter gebildeten, Schließungsbogen abfließen konnte, offenbaren.

Davy fand auf solche Art folgende Resultate:

1) Das Leitungsvermögen der Metalle verändert sich mit ihrer Temperatur, und zwar nimmt es ab, wenn diese wächst, in irgend einem Verhältnisse zu derselben. Hiebei ist es einerlei, ob die Hitze des Drahts durch die Entladung der El. selbst oder durch künstliche Erhitzung hervorgebracht

wird. Umgekehrt scheinen sich Drähte um so weniger durch die Entladung der Voltaischen Säule zu erhitzen, je besser sie die Elektricität leiten.

2) Das Leitungsvermögen eines Drahtes steht bei übrigens gleichen Umständen im verkehrten Verhältniß seiner Länge. Dieß Gesetz giebt ein Mittel an die Hand, das Leitungsvermögen verschiedener Metalle vergleichungsweise zu bestimmen. So fand Davy, daß beim Entladen der El. von 60 Plattenpaaren gleich wirkten 6 Zoll Silberdraht; $5\frac{1}{2}$ Kupferdraht; 4 Golddraht; 3,8 Bleydraht; 1 Platindraht; 0,9 Palladiumdraht; 0,8 Eisendraht. Unter diesen Metallen zeigt sich somit das Silber als der beßte und das Eisen als der schlechteste Leiter; doch übertrifft letztres das Leitungsvermögen einer concentrirten Salmiakaufl. nach Pfaffs Versuchen noch um 247416 mal.

3) Das Leitungsvermögen der Drähte steht bei übrigens gleichen Umständen im Verhältniß, nicht ihrer Oberfläche, sondern ihrer Masse, mithin bei gleich langen Drähten im Verhältniß der Größe ihres Durchschnitts. Wenn z. B. eine gewisse Länge eines Platindrahts Eine Batterie entlud, so reichte vom 6fachen Gewicht Platindraht dieselbe Länge hin, 6 solche Batterieen zu entladen; und der Erfolg war ganz einerlei, er mochte einen einfachen Draht von 6facher Masse nehmen, oder 6 kleine Drähte von einfacher Masse, die einander berührten; wofern nur die Drähte kalt erhalten wurden. So zeigt auch ein flach gewalzter Platindraht von derselben Masse, aber viel größerer Oberfläche als ein andrer runder, mit ihm gleiches Leitungsvermögen. (Mehreres hierüber s. in Biots Lehrb. der Physik. II. S. 343).

So lange die Oberfläche der Metalle für den Abfluß der el. Fl. hinreicht, erfahren sie keine Veränderung durch dieselbe; wo sie aber nicht hinreicht, dringt dieß Fluidum in ihr Inneres, erhitzt sie und vermag selbst sie zu schmelzen und zu verflüchtigen. Hierauf gründen sich die Wirkungen, welche die Entladung einer starken Voltaischen Batterie mit großen Platten*) oder Leidner Batterieen auf dünne Drähte oder Blätter von beliebigen Metallen hervorbringt; wobei man überdieß beobachtet, daß, wenn der Versuch in der atm. Luft angestellt wird, eine mehr oder minder lebhafte Verbrennung erfolgt, deren Flamme verschieden gefärbt ist. Das Eisen z. B. brennt mit einem sehr lebhaften weißen Licht; das Zink mit einer weißen, mit

*) Auch durch ein einziges nicht sehr großes Plattenpaar lassen sich Drähte zum Glühen bringen, wofern man diese ganz dünn nimmt, worüber besonders Wollastons Versuche mit ganz feinen Platindrähten merkwürdig sind.

Blau und Roth vermischten, Flamme; das Zink mit einer bläulich-weißen; eben so das Gold und Kupfer, welche braune Oxyde hinterlassen; das Bley mit einer bläulichen und insbesondre (et surtout) purpurnen; das Silber endlich mit einer grünen.

Zu diesen Resultaten müssen wir die fügen, welche Children erhalten hat, zumal da sie an sich viel Interesse gewähren (Ann. de Chim. t. XCVI. p. 130) Die Batterie, deren er sich bediente, hatte die, in (69 bis) beschriebene, Einrichtung und bestand aus den größten, bisher angewendeten, Platten. Jede Zinkplatte nämlich hatte sechs Fuß Länge und zwei Fuß acht Zoll Breite (nach engl. Maß), und jede Kupferplatte besaß die doppelte Oberfläche; ihre Anzahl war so beschaffen, daß ein und zwanzig Zellen dadurch entstanden, die zusammen 945 Gallonen (1 Gallone = 3,784 Litres = 190,75 par. Cub. Zoll) faßten. Zwei bleyerne Röhren waren, die eine an den positiven, die andre an den negativen Pol, gelöthet und tauchten mit ihren freien Enden in abgesonderte Becken mit Quecksilber.

Children suchte zuerst das Verhältniß der Leichtigkeit zu erforschen, mit welcher die Metalle ins Glühen (entrent en ignition) kommen, wenn sie in den Kreis des Voltaischen Stroms gebracht werden. Zu diesem Zweck bediente er sich bei jedem Versuch zweier Drähte von verschiedenen Metallen, deren jeder 8 Zoll lang und $\frac{1}{10}$ Zoll dick war, einerseits in Berührung mit dem Quecksilber der Becken gebracht ward, anderseits so umgebogen, daß er sich mit dem andern zusammenhaken ließ, welches man that, nachdem in die Zellen der Batterie ein Theil S. mit 40 Th. W. verdünnt gegossen war, um eine mäßige Erregung zu bewirken. Er erhielt so nachstehende Resultate mit folgenden Metalldrähten.

Drähte von	Platin	und von	Gold . .	Glühen des Platins.
— —	Gold	— —	Silber .	— — Goldes.
— —	Gold	— —	Kupfer .	— — Beider.
— —	Gold	— —	Eisen .	Augenblickliches Glühen des Eisens und einige Zeit nachher des Platins.
— —	Platin	— —	Zink . .	Glühen des Platins und manchmal Schmelzung des Zinks.
— —	Zink	— —	Eisen .	Glühen des Eisens; Erhitzung des Zinks ohne Schmelzung.

Drähte von Bley und von Platin .	Schmelzung des Bleys an seinem Berührungspunct mit dem Platin
— — Zinn — — Platin .	Schmelzung des Zinns am Berührungspunct.
— — Zink — — Silber .	Glühen des Zinks vor dem Schmelzen.
Drei Paar Drähte von Platin und von Silber	Glühen der Platindrähte.
Ein Zinkdraht zwischen zwei Platindrähten	Glühen der Platindrähte.

Nachdem darauf Children die Batterie dadurch auf einen sehr hohen Grad der Erregung gebracht hatte, daß er in ihre Zellen Wasser mit $\frac{1}{20}$ seines Gewichts aus Slptrsäure und Schwflsäure goß, ließ er sie auf Platindrähte von verschiedenen Längen und Dicken wirken.

Platindraht, 5 Fuß, 6 Zoll lang, und $\frac{11}{1000}$ Zoll dick: er ward, selbst an hellem Tage, in seiner ganzen Länge rothglühend.

Platindraht, 8 Fuß, 6 Zoll lang und $\frac{44}{1000}$ Zoll dick: erhitzte sich bis zum Rothglühen.

Platinstange (tige de platine) von $\frac{1}{6}$ Quadratzoll im Durchschnitt, und $2\frac{1}{4}$ Zoll Länge: erhitzte sich nicht allein bis zum Rothglühen, sondern schmolz auch endlich

Cylindrische-Platinstange von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $\frac{276}{1000}$ Zoll Dicke; erhitzte sich bis zum Weißglühen (au point de paraître d'un rouge blanc.)

Children unterwarf auch das Iridium und die Legirung von Iridium und Osmium der Wirkung seiner Batterie: zu diesem Zweck legte er das Metall oder die Legirung auf den Boden einer kleinen Höhlung, welche in einem Stück gut ausgebrannter Holzkohle angebracht war, das auf der Oberfläche des Queckſilbers in einem der Becken schwamm. Der Kreis wurde dann noch vollends durch ein Stück Kohle geschlossen, das mittelst starker Kupferdrähte mit dem andern Becken in Verbindung stand.

Das Iridium schmolz zu einem Kügelchen, welches 7 Grains wog und noch einige kleine Höhlungen enthielt: es war in diesem Zustand weiß, sehr glänzend und vom spec. Gew. 18, 68.

Die Zusammensetzung aus Iridium und Osmium schmolz ebenfalls zu einem Kügelchen. Noch mehrere andre Versuche wurden gleich-

falls mit Metalloxyden und kleinen Stücken harter Steine angestellt; fast immer erfolgte Reduction oder Schmelzung (472.)

Ueber die galvanische Reihenfolge der Metalle s. (77ter. S.)

Wirkung des Lichts und magnetischen Fluidums (S. 63 und 77 bis). *)

132. Wirkung des Srstgases. — Die Erscheinungen, welche uns der Srst. bei seiner Berührung mit den Metallen darbietet, sind zu merkwürdig, um ihrer Betrachtung nicht die möglichste Sorgfalt zu widmen. Wir haben demnach unser Augenmerk auf alle Ursachen zu richten, welche bei ihrer Entstehung ins Spiel kommen können, und ihre Wirkungen in Rücksicht zu ziehen. Diese Ursachen, abgesehen von der chemischen Verwandtschaft, liegen hauptsächlich im hygrometrischen Zustande des Srsts. und in der T. begründet.

Der Sauerstoff im trocknen Zustande wird, bei der gewöhnlichen T. schon, vom Kalium verschluckt, woraus man auf ein gleiches Verhalten des Baryums, Lithiums, Strontiums, Calciums und der Metalle des ersten Abschnitts (die den hier genannten in der V. zum Srst. noch vorgehn) schließen kann; er wird es aber bei dieser T. weder vom Natronium noch von irgend einem der Metalle, welche den vier letzten Abschnitten angehören. Ein gewisser Wärmegrad begünstigt seine Wirkung ausnehmend: auch wirkt er unter Mithülfe der Wärme auf alle Metalle, die des letzten Abschnitts ausgenommen. Eine große Menge verschlucken ihn selbst, bei einer hinlänglich hohen T., unter Entwicklung von Licht; nämlich: die Metalle des zweiten Abschnitts; das Zink, das Eisen, das Zinn und das Cadmium aus dem dritten Abschnitt; das Arsenik, das Antimon, das Tellur, das Wismuth aus dem vierten. Das Zinn, das Antimon und das Wismuth sind diejenigen, deren Verbrennung am schwächsten ist. Dem ersten Anblick nach scheint es vielleicht sonderbar, daß das Tellur mit Licht brennt, während das Mangan, das ihm in der V. zum Srst. weit voransteht, diese Eigenschaft nicht besitzt; der Grund

---

*) Nach neuern, mir noch nicht vollständig bekannt gewordenen, Beobachtungen verzögern alle Metalle, wenn eine Magnetnadel über Platten aus denselben zum Oscilliren gebracht wird, die Oscillationen derselben; am stärksten aber das Kupfer.

Dauernd magnetisch lassen sich zwar nach der gewöhnlichen Annahme nur wenig Metalle machen; doch zeigt der Voltaische Schließungsdraht während des Geschlossenseyns der Kette auch in sofern Magnetismus, als er Eisenfeile anzieht, nicht aber Feile aus Kupfer, Zinn und andern nicht des Magnetismus unter den gewöhnlichen Umständen fähigen, Metallen.

Nach Dulk (Archiv für die gesammte Naturl. von Kastner I. 1 p. S. 82) sollen nicht nur alle Metalle, sondern selbst ihre Erze und die Erden Einwirkung auf die Magnetnadel zeigen.

davon ist indeß ganz einfach: weil nämlich das Tellur schmelzbar und flüchtig ist, so bildet es auf Einmal viel mehr Oxyd, als das feuerbeständige und fast unschmelzbare Mangan. Zum Brennen eines Körpers mit Flamme nämlich ist nicht blos erforderlich, daß er viel V. zum Srst. besitze; sondern auch, daß er leicht in Schmelzung übergehe, oder daß er flüchtig sey, oder auch, daß das Oxyd, das sich aus ihm bildet, leicht schmelzbar und flüchtig sey; widrigenfalls kann keine lebhafte Verbrennung erfolgen, da die Berührung zwischen dem, das Verbrennen erregenden, und dem verbrennlichen Körper nicht innig genug wäre.

Die Verbindung der Metalle mit dem Srstgas läßt sich fast immer so bewerkstelligen, daß man eine kleine krumme Glasglocke über Queckſilber mit diesem Gas füllt, eine gewisse Quantität Metall mittelst eines Metallstäbchens in den gekrümmten Theil dieser Glocke bringt, mit der Weingeistlampe Hitze daran giebt und das Metall mit dem Stäbchen selbst umrührt. Taf. XIII., Fig. 3). Nur wenn eine höhere T. erforderlich wäre (als die Weingeistlampe gewähren kann), würde man sich einer Porzellanröhre zu bedienen haben. Diese Röhre, in welche man das Metall thäte, würde durch einen Reverberirofen gelegt, und mittelst kleiner Glasröhren einerseits mit einer leeren Blase, andrerseits mit einer Blase voll Srstgas in Verbindung gebracht; man gäbe Hitze in dem Ofen, und wenn die Röhre glühte, ließe man durch allmäligen und wiederholten leichten Druck das Srstgas aus der einen Blase in die andre übergehen. Bald würde die Gasverschluckung bemerklich werden, ja alles Gas, so wie im vorigen Versuch, verschwinden, wenn man das Metall in großem Ueberschuß angewandt hätte (Taf. XV. Fig. 3) (S. außerdem die besondre Beschreibung jedes einzelnen Metalls).

Der Srst. in feuchtem Z. greift nicht allein bei der gewöhnlichen T. die Metalle der beiden ersten Abschnitte an, sondern auch mehrere derer, welche dem dritten, und selbst dem vierten Abschnitt angehören. Die ersten anlangend, so werden sie zugleich durch den freien Srst. und den Srst. des Wassers oxydirt; dieses zersetzt und sein Wsst. dadurch frei gemacht; die Metalle der letztern Abschnitte aber oxydiren sich nur auf Kosten des freien Srsts; wobei man annimmt, daß der Wasserdunst auf doppelte Weise unterstützend wirkt; einmal, indem er durch die eintretenden Temperaturveränderungen zum Theil tropfbar wird, eine gewisse Quantität Srstgas auflöst, und durch Beraubung seines elastischen Zustands geeigneter macht, sich mit dem Metall zu verbinden; andrerseits indem das Wasser selbst das Streben zeigt, sich mit einem gebildeten Oxyd zu verbinden, und eine Zusammensetzung damit zu geben, die wir in der Folge unter dem Namen

Hydrat kennen lernen. (Wirkung der disponirenden Verwandtschaft; s. Seite 24.) Wie dem auch sey, die so zu Stande kommende Art der Oxydation ist fast immer nur oberflächlich und stets sehr langsam: die innern Schichten werden durch Oxydüberzug, den die äußern bilden, vor dem weitern Fortschreiten der Oxydation geschützt, oder wenigstens erst nach sehr langer Zeit angegriffen. Die Metalle, welche am leichtesten auf solche Art oxydirbar sind, sind das Arsenik, das Mangan, das Eisen, das Zink, das Bley, das Kupfer u. s. w. [1]). Die des sechsten Abschnitts sind unveränderlich.

Der Stickstoffgehalt im trocknen oder feuchten Srstgase bringt in dessen Wirkung auf die Metalle keine andre Veränderung zu wege, als daß er sie schwächt; das Stickgas wirkt nur mechanisch oder nur dadurch, daß es die Berührungspuncte zwischen dem Srst. und den Metallen vermindert. Da nun die atm. L. aus 21 Srst. und 79 Stckst. dem Vol. nach, etwas weniges Wasserdunst und Kohlens. besteht, so muß sie auf die Metalle eben so wirken, als das reine Srstgas, nur in schwächerm Grade. Auch verhält sich dieß wirklich so. Trocken greift sie bei der gewöhnlichen T. nur die Metalle der beiden ersten Abschnitte an, und äußert noch nicht einmal Wirkung auf das Natronium; feucht dagegen greift sie bei der nämlichen T. nicht nur diese, sondern auch mehrere Metalle des vierten und fünften Abschnitts an; sie greift endlich alle an, mag sie trocken oder feucht seyn, wenn sie von gehörigen Hitzgraden unterstützt wird, die Metalle des letzten Abschnitts ausgenommen: das Product dieser Wirkung ist ein Oxyd oder ein Hydrat. Nähme man jedoch die Operation in freier Luft vor, so würde sich oft ein kohlensaures Salz bilden, insbesondre bei der gewöhn-

---

1) Es wäre jedoch möglich, daß einige Metalle, nachdem sie durch Verschluckung einer gewissen Quantität Srst. (theilweis) oxydirt worden wären, die Eigenschaft besäßen, nun zersetzend auf das W. zu wirken, und sich durch Bemächtigung seines Srsts weiter zu oxydiren. Diese, nur secundäre, Wirkung würde wahrscheinlich davon abhängen, daß das zuerst gebildete Oxyd durch seine Berührung mit dem noch nicht angegriffenen Metall eine Art Voltaisches Plattenpaar darstellte, dessen el. Kraft hinreichte, den Srst. vom Wsfst. zu trennen. Die Erscheinungen, welche man beobachtet, wenn man befeuchtete Eisenfeile in ein Gefäß voll Luft thut, lassen selbst nicht wohl eine andre Erklärung zu (275 bis) *).

*) Wenn jedoch das Metall rings mit Oxyd umzogen ist, kann dann überhaupt die Combination noch elektromotorisch wirken? und wenn es der Fall wäre, könnte doch kein el. Kreislauf zwischen Oxydschicht und Metall eingeleitet werden, da ja das rings umschlossene Metall keinen Strom aussenden kann. Die Zersetzungen gehn aber nur im geschlossenen Kreise vor.

lichen T.[1]) indem dann die Luft bei ihrem beständig erneuerten Zutritt in jedem Augenblick kleine Mengen Kohlens. an das Oxyd abgiebt, wenn beide hinreichende V. besitzen, um sich mit einander zu verbinden. Auch überziehen sich die Statüen von Erz allmälig mit kohlensaurem Kupfer, und in einem Becken von Bley entsteht unmittelbar über der Oberfläche des Wassers nicht Bleyoxyd, sondern kohlens. Bley.

Es giebt keinen einfachen nicht metallischen verbrennl. Körper, der sich nicht mit einigen Metallen zu verbinden vermöchte: die Kohle vermag sich mit dem Eisen und vielleicht auch dem Nickel zu vereinigen, das Bor mit dem Eisen und dem Platin; der Stckst. mit dem Kalium und dem Natronium; der Wsfst. mit dem Kalium, dem Arsenik und dem Tellur; der Phosphor, der Schwefel, das Selen, das Chlor und das Jod mit allen. (Metalle, welche durch ihre natürliche Verbindung mit Schwefel, Selen oder auch mit Arsenik ihr metallisches Ansehn ganz oder zum Theil verloren haben, nennt man vererzt.).

Fast alle Metalle endlich vermögen sich auch unter einander zu verbinden und dadurch Legirungen mit eigenthümlichen Eigenschaften darzustellen.

132. bis. Natürliches Vorkommen. — Die Metalle kommen nur selten gediegen (natifs ou vierges), d. h. rein oder reguliniſch in der Natur vor. Fast immer sind sie mit andern Körpern verbunden, bald mit dem Srst., bald mit den verbrennlichen Körpern, bald mit dem Srst. und einer S. im Zustand von Salzen. Sie kommen also in der Natur unter vier Hauptzuständen vor, manche blos unter einem einzigen; die meisten aber unter den drei letzten oder unter zwei derselben.

Im Allg. trifft man nur die Metalle, welche wenig V. zum Srst. besitzen, gediegen an, so das Gold und das Silber. Die dagegen, welche eine starke V. zum Srst. besitzen, oder wenigstens eine hinlängliche, um ihn bei hoher T. zu verschlucken, werden im Oxydzustande, häufig dabei noch mit einer S. in Verbindung, gefunden.

Die Metalle, welche das W. bei der gewöhnlichen T. zu zersetzen vermögen, finden sich fast nie in Verbindung mit verbrennlichen Körpern, alle andre dagegen immer mit dem einen oder dem andern, namentlich mit dem Schwefel und dem Arsenik. Noch kennt man keine

---

1) Bei einer hohen T. kann nur mit dem Baryum, dem Kalium, dem Natronium und wahrscheinlich dem Lithium ein kohlensaures Salz entstehen; indem die Verbindung der Kohlens. mit allen andern Oxyden sich in hoher T. zersetzt.

natürlichen Verbindungen von Metallen mit Wasst, mit Bor, mit Phosphor, mit Jod, mit Stickst. Es finden sich einige Chloride, und ein einziges Carbonid, das des Eisens.

Die Metalle endlich, welche sich in der Natur am häufigsten in Salzverbindungen finden, sind die, welche sich am leichtesten oxydiren; und die häufigsten Salze sind die schwefelsauren, kohlensauren und phosphorsauren.

Lagerung der Metalle. — Die Metalle kommen vor auf Gängen, Nestern, Lagern, in den Ur=, Uebergangs= und Flötzgebirgen. Mehrere, wie das Eisen im Zustande von Deutoxyd und Peroxyd, bilden beträchtliche Massen und selbst ganze Berge.

Wo sie auf Gängen vorkommen, sind sie immer von verschiedenen krystallisirten Substanzen begleitet, namentlich von Quarz, kohlens. und flußs. Kalk, schwefels. Baryt.

Die Metalle verschwinden in den tertiären Formationen (neuen Flötzgebirgen); blos das Eisenoxydhydrat färbt hier und da die erdigen und sandigen Stoffe oder klebt sie zusammen (les agglutine). Man kennt keins in den vulcanischen Formationen (terrains ignés).

133. Gewinnung. — Da das Verständniß der Verfahrungsarten, durch welche man die Metalle zu gewinnen sucht, die Kenntniß der Eigenschaften vieler Körper aus dem Mineralreiche, die wir erst zu betrachten haben, voraussetzt, so versparen wir die Erörterung derselben auf ein eignes Kapitel zu Ende der Mineralchemie.

133 † Zusammensetzung. — Wir sind zwar genöthigt, nach unsern bisherigen Kenntnissen und Mitteln in der Chemie die Metalle als einfache Körper anzusehen; doch giebt es einige Erfahrungen, welche eine Bildung derselben aus andern Substanzen, wenigstens im organischen Reiche, als möglich anzudeuten scheinen.

Mehrere Naturforscher, z. B. Schrader, Braconnot, Greiff, haben Samen z. B. von Kresse in verschiedene Pulver, in Schwefelblumen, reine Kieselerde, Bleyoxyd, Bleyschrot und m. a., deren Zusammensetzung wir als richtig bekannt ansehen, gesäet. Die keimenden Samen wurden mit destillirtem Wasser begossen, die Pflanzen kamen fort, und indem sie von Zeit zu Zeit abgeschnitten wurden, sammelte man eine größere Menge des Gewächses, welches getrocknet und zu Asche verbrannt wurde. Aus einer einzigen Drachme dieser Samen entstanden Gewächse, bei deren Verbrennung mehrere Drachmen Asche zurückblieben. Diese Asche enthielt die nämlichen alkalischen, erdigen und salzigen Bestandtheile, die man in der Asche derselben Pflanze findet, wenn sie auf dem freien Felde wächst; z. B. Kieselerde, Thonerde, phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde, kohlensaure Talkerde, schwefelsaures und kohlensaures Kali, Eisen=

oxyd. Da diese sich weder in dem Pulver, welches der Pflanze als Boden diente, noch im Wasser, noch, soviel wir bisher wissen, in der Luft fanden, so bleibt kaum ein anderer Ausweg übrig, ihre Anwesenheit in der Pflanze zu erklären, als daß sie, während des Vegetationsprozesses, aus Stoffen, von welchen die Pflanze umgeben war, d. h. aus der Luft, dem Wasser und dem als Boden dienenden pulverförmigen Körper sich bilden (Berzelius Chemie). Interessant in Bezug auf diesen Gegenstand sind auch die Versuche Krimers (Physiologische Untersuch. S. 260 ff. — Physiologie des Blutes I. S. 280 ff.), nach denen mit der Fäulniß des Blutes sein Eisengehalt zunimmt.

134. Nutzen. — Mehrere Metalle sind von fast allgemeiner Anwendung für die Zwecke der menschlichen Gesellschaft. Die am meisten im Verkehr vorkommen, sind das Eisen, das Kupfer, das Bley, das Zinn, das Silber, das Gold, das Quecksilber, das Zink, das Platin. Sie verdanken den Vorzug, den man ihnen vor den übrigen giebt, ihrer Geschmeidigkeit, der Art ihres Vorkommens in der Natur und ihrer respectiven Häufigkeit. Auch wird viel mehr Eisen verbraucht als irgend ein andres Metall, und es läßt sich dasselbe für eins der schönsten Geschenke, welche der Mensch von der Natur empfangen hat, ansehn.

Die spröden Metalle sind von weit eingeschränkterm Gebrauch, als die vorigen, da sie sich schwer bearbeiten lassen, ohne zu springen. Auch werden aus dieser Klasse nur das Antimon, das Wismuth und der Arsenik angewandt, und zwar nur in der Medicin oder zur Bereitung einiger Legirungen.

† Wirkung der Metalle auf den lebenden Organismus. — Die Wirkungen der einzelnen Metalle auf den Organismus sind so verschieden, daß man sie kaum unter eine allgemeine Kategorie bringen kann, die mancher sogar sind fast gerade entgegengesetzt, wie die des Eisens und Quecksilbers; von denen ersteres eine kräftige Blutbereitung und Muskelthätigkeit befördert, das andre Beides zerstört. Zu bemerken ist, daß die Metalle, im reguliniſchen Zustande in den Körper gebracht, nicht wirken, oder nur insofern wirken, als sie von den Darmsäften oxydirt werden; daher man dieselben fast nur im Zustand von Oxyden oder Salzen in der Medicin anwendet. In den Metallsalzen scheint weniger die Beschaffenheit der Säure, als die Beschaffenheit der Metalle die Wirkungsart des Mittels zu bestimmen. Nicht am unrechten Orte werden hier folgende Worte aus einer Schrift von B. G. Gmelin: „Versuche über die Wirkungen des Baryts, Strontians, Chroms, Molybdäns, Wolframs, Tellurs, Titans, Osmiums, Platins, Iridiums, Rhodiums, Palladiums, Ni-

ckels, Kobalts, Urans, Ceriums, Eisens und Mangans auf den thierischen Organismus, Tübingen, Lauppsche Buchhandl. stehen.

„Wenn man die Wirkungen der Metalle auf den thierischen Körper in der Absicht unter einander vergleicht, um Gesetze aufzufinden, nach welchen sie sich richten, d. h. um zu erfahren, ob nicht etwa Metalle, welche sich in Hinsicht ihrer Wirksamkeit einander ähnlich zeigen, auch in andern Beziehungen, namentlich in gewissen chemischen Verhältnissen, mit einander übereinstimmen, so bietet sich als das, wenigstens auf den ersten Anblick wichtigste, chemische Verhältniß das elektrochemische Verhalten derselben zuerst dar."

„Jedoch schon ein flüchtiger Blick auf die, nach ihrem elektrochemischen Verhältniß (im oben angeführten Titel nach ungefährer Ordnung) gereihten Metalle zeigt genügend, daß in dieser Rücksicht durchaus keine Parallelen sich ziehen lassen. Wir sehen das unschädliche Wolfram neben dem Arsenik stehen; das so wenig wirksame Rhodium zwischen dem Platin und dem Palladium; und den auffallendsten Beweis endlich, daß ein solcher Parallelismus nicht Statt finde, liefern Baryt und Strontian, welche in Hinsicht ihrer Wirkungen so sehr verschieden, und dennoch in Absicht auf chemische Verhältnisse in jeder Beziehung einander so ähnlich sind."

„Eine andre Rücksicht, nach welcher die Metalle hinsichtlich ihrer Wirkungen mit einander verglichen werden können, ist das Verhalten derselben zum Sauerstoff in Beziehung auf die ungleich große Kraft, mit welcher sie denselben gebunden halten. In dieser Hinsicht scheint in der Regel das zu gelten, daß die Metalle, welche auf einem gewissen Grad der Oxydation die ganze Menge des Sauerstoffs, welchen sie enthalten, durch eine bedeutende Kraft mit sich verbunden haben, nicht sehr giftig sind, wenn sie von dem Magen aus einwirken. Belege hiezu liefern die von dem Cerium-, Eisen-, Mangan-, Chrom-Oxydulen, wolframsauren Salzen u. s. f. angeführten, Versuche, während die Platin-, Palladium-, Gold-, Queckſilberoxyd-Salze, ferner die chromsauren Salze stärker einwirken. Doch auch dieses ist durchaus nicht allgemein, indem z. B. die Barytsalze sehr heftig einwirken, und man von dem weißen Arsenik nicht gerade sagen kann, daß der Sauerstoff in ihm durch eine sehr schwache Kraft gebunden sey. Die Salze der edlen Metalle wirken in der Regel heftig auf den thierischen Körper ein, besonders wenn sie in das Gefäßsystem injicirt werden, wie die Goldsalze, die Silbersalze, die Platinsalze, die Palladiumsalze; aber vom Magen aus scheinen sie oft blos als locale corrodirende Mittel zu wirken und durch Zerstörung des organischen Gewebes den Tod herbeizuführen. So bewirken die Palladiumsalze vom Magen aus eine Entzündung, die in Brand über-

geht, und welcher das Thier erst nach längerer Zeit unterliegt; so wirkt nach den Versuchen von Orfila das salpeters. Silber vom Magen aus sehr langsam und scheint blos durch die Entzündung, welche es bewirkt, allmälig den Tod herbeizuführen, während es, in geringer Menge in das Gefäßsystem injicirt, schnell tödtet. Etwas ganz Analoges findet bei den Goldsalzen Statt."

„Es sind mithin bei den Salzen, welche die edlen Metalle bilden, zweierlei Wirkungen wohl von einander zu unterscheiden: die corrosive und die eigentlich giftige. Die erstere scheint allen diesen Salzen, wenn sie vom Magen aus einwirken, zuzukommen, insofern sie schon in der chemischen Natur dieser Körper begründet zu seyn scheint; die letztere zeigt sich in der Regel von dem Magen aus nicht. So tritt bei dem Silber, dem Gold, dem Palladium, nur die corrosive Wirkung hervor, wenn diese Metalle von dem Magen aus einwirken, während bei dem Platin neben der corrosiven auch die eigentlich giftige Wirkung vom Magen aus sich einstellt."

Daß die Wirksamkeit der Metalle in einem Verhältnisse zu dem Oxydationsgrade derselben stehe, war schon längst bei dem Quecksilber bekannt. Die Versuche mit chromsauren Kali und salzs. Chromoxydul zeigen dieses ebenfalls; und man kann die Verschiedenheit der Wirkung bei diesen nicht etwa durch eine verschieden große Auflöslichkeit erklären. Auch hier zeigt es sich, wie bei dem Quecksilber, daß die höhere Oxydationsstufe stärker wirkt."

„Da sich die größten Verschiedenheiten in der Wirkung der Metalle zeigen, je nachdem das Gift an verschiedenen Stellen des Körpers applicirt wird, so ist auch eine allgemeine Vergleichung zwischen den Wirkungen der Metalle nicht wohl möglich. Alle Metallsalze, welche vom Magen aus heftig wirken, wirken auch heftig vom Gefäßsysteme aus, und zwar gewöhnlich viel heftiger, als vom Magen aus; aber man kann nicht umgekehrt sagen, daß die Metallsalze, welche vom Gefäßsystem aus heftig wirken, auch vom Magen aus sich so verhalten. So wirken die Salze des Ceriums, des Urans, des Mangans vom Magen aus nicht bedeutend ein, während sie vom Gefäßsystem aus sehr ausgezeichnete Wirkungen äußern und bei einer gewissen Dosis entweder plötzlich tödten, oder doch schwere Zufälle herbeiführen, denen das Thier endlich unterliegt."

„Eben so findet bei den Metallen, wenn man sie in das Zellgewebe unter der Haut bringt, eine merkwürdige Verschiedenheit Statt. Das Platin, das Silber, das Nickel, das Kupfer, welche von dem Magen und besonders von dem Gefäßsysteme aus so stark einwirken, äußern, wenn sie in das Zellgewebe gebracht werden, durchaus keine merkbare Wirkung, während auf der andern Seite das Arsenik, der

fel I. zu Seite 321.

olfram ,6.	Queckſilber 13,		Silber 10,511.
ure).	Orydul ſammetſchwar Oxyd ziegelroth, faſt lachroth.	roth. un.	Oxyd braunes Pulver.
er blut- .	Wegen ſeiner Flüc nicht damit ſchmel	beim klare	Milchweiße Perle.
er ſchön s gelbe im Red.	Eben ſo.		Gelbliche Perle.
und Sal- oxydiren	Sdlpeterſäure und S ſalzſäure leicht, S ſäure nur in der	Sal- t auf-	In Salpeterſäure leicht auflöslich.
mit den ohl mit	Farblos durch Eiſen Zinn, Zinn, Kadmium, ch ge- metalliſch ausgeſch		Farbloſe Salze, wie das Gold durch dieſelben Metalle metalliſch gefällt.

**) S. über das Kieſelmetall (135 †).

***) Statt Zirkonium, Thorinium, Aluminium, Glycinium, Magnesium ſagt man auch Zirkonum, Thorinum, Aluminum, Glycium, Manium.

	Arsenik 8,31.	Eisen 7,788.
oder 3 don=	Oxyd oder arsenige Säure weiß. Arsenikſäure weiß.	Oxydul ſchwarz. — Hydrat weiß. Oxyd braunroth. — Hydrat okergelb.
le.	Verflüchtigt ſich, ohne damit ſich zu verbinden.	Dunkelroth, beim Abkühlen gelblich, im Reductionsfeuer bouteillengrün.
	Eben ſo; auf Kohlen verflüchtigt als weißer Rauch mit Knoblauchgeruch.	Eben ſo.
eter= Auf=	Salpeterſäure und Salpeterſalzſäure.	In allen Säuren leicht auflöslich, vorzüglich in Salzſäure.
ihre ünn= con=	Arsenige Säure röthet Lackmus, in 50 Theilen Waſſer auflöslich. Arsenikſ. in 4 Th. Waſſer. Durch Zink metalliſch gefällt.	Oxydulſalze farblos oder blaßgrün. Oxydſalze gelb od. braun. Durch Zink metalliſch gefällt.
auf= e.	Nicht g.fällt.	Oxydulſalze weiß, ſchnell ins grüne übergehend. Oxydſalze rothbraun.
Ue= mit	Nicht gefällt.	Eben ſo.
auf= ber= koh=	Nicht gefällt.	Oxydulſalze weiß. Oxydſalze rothbraun.
	Nicht gefällt.	Oxydulſalze weiß. Oxydſalze berlinerblau.
		Oxydulſalze bei möglichſter

nd beſonders von dem Gefäßſyſteme aus ſo ſtark einwirken, wenn ſie in das Zellgewebe gebracht werden, durchaus keine re Wirkung, während auf der andern Seite das Arſenik, der

Tafel III.

	Tellur	rium.	Tantal.
iß. lb.	Oxyd	weiß. stfarben.	Weißes Oxyd.
	Farblose Fl	lbe Perle.	Bei großem Zusatze emailweiße Perle.
	Eben verflüchtigt si le wie Ant die Flamm	en so.	Durchsichtige farblose Perle.
as gs=	Salpetersäure peterſalzsäu leicht auf wird amet färbt.	nt bis jetzt.	Unbekannt.

S. 536.

**) S. über das Kieselmetall (135 †).

***) Statt Zirkonium, Thorinium, Aluminium, Glycinium, Magnesium sagt man auch Zirkonum, Thorinum, Aluminum, Glycium, Magnium.

Magen und besonders von dem Gefäßsysteme aus so stark einwirken, äußern, wenn sie in das Zellgewebe gebracht werden, durchaus keine merkbare Wirkung, während auf der andern Seite das Arsenik, der

Sublimat, das chroms. Kali, der salzs. Baryt und selbst der Eisenvitriol, den man ohne Nachtheile in ziemlich großer Menge in das Blut einspritzen kann, von der Haut aus tödten."

Unter andern Resultaten fand Gmelin, daß unter den vielen Metallen, welche er in das Gefäßsystem injicirte, nur drei Coagulation des Bluts bewirken, nämlich salzs. Baryt, (nach Orfila) salzs. Uranoxyd und salzs. Palladiumoxyd, welche drei Metalle ihren chemischen Verhältnissen nach sehr verschieden sind.

† Folgende drei Tabellen geben eine Uebersicht der Haupteigenschaften der Metalle, ihrer Oxyde und Salze; die namentlich für den Analytiker von Nutzen seyn kann. Die Rubriken, welche mit den ätzenden fixen Alkalien ihren Anfang nehmen, beziehen sich auf das Verhalten der verschiedenen Fällungsmittel gegen die Auflösungen der Metalle in denjenigen Säuren, mit welchen sie im Wasser leicht auflösliche Verbindungen geben, namentlich also in Salpetersäure oder Salzsäure.*)

Von den Metallen des ersten Abschnitts oder von den Metallen der Erden.

135. Der erste Abschnitt umfaßt diejenigen Metalle, welche man wegen ihrer großen Verwandtschaft zum Srst. noch nicht hat zu reduciren (aus ihrer Verbindung mit Srst. reguliniſch, d. i. rein metalliſch, darzustellen) vermocht, und deren Daseyn man daher auch nur nach der Analogie annehmen kann. Dieser Metalle sind sieben: das Silicium oder Kieselmetall**) (Si = 9,89 oder nach Berzelius, unter Voraussetzung daß die Kieselerde 3 At. Srst. enthält, 27,72 bis 27,78); das Zirkonium oder Zirkonerdenmetall (Zr = 46,32); das Thorinium oder Thorerdenmetall (Th =?); das Aluminium, Alaunerden- oder Thonerdenmetall (Al = 11,41); das Yttrium oder Yttererdenmetall (Y = 40,26); das Glycinium oder Beryllium, Glycin-Beryll- oder Süßerdemetall (Be = 22,08); das Magnesium oder Talk- oder Bittererdenmetall (Mg = 15,84)***); sie finden sich niemals anders, als im Z. von

---

*) Diese Tabellen sind entlehnt aus Pfaffs analytischer Chemie. Th. II. S. 536.

**) S. über das Kieselmetall (135 †).

***) Statt Zirkonium, Thorinium, Aluminium, Glycinium, Magnesium sagt man auch Zirkonum, Thorinum, Aluminum, Glycium, Magnium.

Oxyden, entweder für sich oder mit andern Oxyden oder Säuren vereinigt. Da ihre Oxyde den Namen Erden erhalten, so werden wir auch die Metalle manchmal danach bezeichnen, und demnach statt Metalle des ersten Abschnitts, Metalle der Erden sagen.

Eine besondre Beschreibung für die einzelnen dieser Metalle läßt sich nicht geben, da man sie bisher noch nicht hat darzustellen vermocht.

Davy hat allerdings angekündigt, das Magnesium ließe sich aus der schwefels. Magnesia auf dieselbe Weise darstellen, als das Baryum aus dem schwefels. Baryt; und Berzelius, im Gußeisen sey das Eisen mit Silicium verbunden. Auch Stromeyer behauptet, daß sich durch Calcinirung der Kieselerde oder des Siliciumoxyds mit Eisen und Kohle durch ein mächtiges Feuer, eine Legirung von Silicium und Eisen erhalten lasse; Clarke endlich, daß alle Oxyde des ersten Abschnitts oder alle Erden durch ein Feuer aus Wsstgas und Srstgas reducirt werden könnten. Diese verschiedenen Ergebnisse haben jedoch noch nicht den erforderlichen Grad der Gewißheit erlangt: und dem letzten namentlich wird allgemein die Zuverlässigkeit abgesprochen (S. die Abhandlung von Davy, Annales de Chimie, tome LXX, p. 213; die Abhandlung von Berzelius; die von Stromeyer, Annales de Chimie, tome LXXXI, p. 177; und die von Clarke, Ann. de Ch. et de ph., tome II., p. 430; und tome III., p. 39).

---

† Zusätze über die Grundlagen der Erden, namentlich das Silicium und Zirkonium.

135 † Man glaubte bisher durch die Analogie berechtigt zu seyn, die Grundlagen der Erden für metallisch anzunehmen; Berzelius hat jedoch gezeigt, daß dieß wenigstens für das Silicium und Zirkonium nicht gilt, die er reducirte und isolirte. Auch die andern Erden sind von ihm reducirt, aber nicht abgesondert dargestellt worden. Ich werde hier Berzelius Untersuchungen im Zusammenhange geben, und nachher gehörigen Orts wieder darauf zurückverweisen. (Das folgende ausgezogen aus den Annales de Ch. et de Ph. May et Déc. 1824).

Zubereitung des Siliciums. Man pulvert das Fluat von Kieselerde und Kali oder von Kieselerde und Natrum fein, und setzt es, um alle Feuchtigkeit daraus zu vertreiben, einer so hohen Temperatur aus, als es zu ertragen vermag, ohne sich zu zersetzen, d. i.

weit über 100°. Darauf bringt man es schichtenweise mit Kalium in eine Glasröhre, die an einem Ende verschlossen ist, und so angebracht wird, daß sich die ganze Masse zu gleicher Zeit erhitzen läßt. Man kann auch, wenn man will, das Kalium erst schmelzen und es mittelst eines Eisenstäbchens mit dem Salze mengen, alsdann die Masse über einer Alkohollampe erhitzen. Schon vor der Rothglühhitze reducirt sich das Silicium mit einem geringen Zischen und schwacher Wärmeentbindung. Wenn das Salz getrocknet war, so entweicht kein Gas dabei. Man läßt die Masse erkalten, welche das Silicium mit Kalium verbunden enthält, und wäscht sie mit einer reichlichen Menge kalten Wassers aus, wobei sich das Kalium, aber nicht das Silicium, oxydirt und Wsstgas entbunden wird. Das zum Kali gewordene Kalium löst sich im Waschwasser auf und macht es alkalisch, und an seiner Stelle verbindet sich jetzt etwas vom freiwerdenden Wasserstoff mit dem Silicium. Wenn das kalte Wasser alles Alkali ausgezogen hat, so läßt man nun die Masse mit Wasser kochen, und wäscht sie so lange mit heißem Wasser, bis ein Tropfen der Flüssigkeit beim Abdunsten keinen Flecken zurück läßt; wozu gewöhnlich viel Zeit und eine große Menge Wassers erforderlich ist. Das so erhaltene Silicium enthält noch Wsst. und etwas Kieselerde. Um diese wegzuschaffen, erhitzt man die getrocknete Masse fast bis zum Rothglühen in einem offenen Platintiegel; erhält sie eine Zeit lang auf diesem Hitzegrad, und erhöht denselben allmälig bis zum vollständigen Rothglühen. Wenn sich das Silicium hiebei entzünden will, so deckt man den Tiegel sogleich zu, und mindert die T., wodurch der Verbrennung sogleich Einhalt geschieht. So bewirkt man, daß sich der Wasserstoff allein zu Wasser oxydirt, nicht aber das Silicium. Alsdann kann man die Masse mit Flußs. behandeln, welche nach der vorgängigen Calcination blos noch die Kieselerde auflöst, das Silicium selbst aber nicht angreift. Ist das Silicium aber mit einem andern Metall legirt, so löst es sich mit diesem zugleich in der Flußs. auf. Auch darf man das Silicium nicht vor der Calcination mit Flußs. behandeln wollen, da es erst durch das Calciniren seine Auflöslichkeit darin verliert, wobei es zugleich ein kleineres Volumen und eine dunklere Farbe erhält. Nach der Behandlung mit Flußs. endlich wäscht und trocknet man das Silicium.

Eigenschaften des Siliciums. — Das Silicium ist nach Berzelius Darstellung von dunkel nußbrauner Farbe ohne den geringsten Metallglanz. Mit dem Polirstahl gestrichen giebt es keinen glänzenden Strich und setzt der Reibung Widerstand entgegen, gerade wie ein erdiger Körper. Es ist unverbrennlich in der atm. L. und im Srstgas, erfährt keine Veränderung in der Flamme des Löthrohrs

und scheint zur Klasse der unschmelzbarsten Körper zu gehören. Selbst trocken, haftet es fest an den Glasgefäßen, in welchen man es aufbewahrt. Behandelt man es mit Flußsäure, so bedeckt sich die Flüssigkeit mit einem kleinen Häutchen, welches, wie es die fetten Oele thun, jeden Tropfen, den man heraus nimmt, überzieht. Dieß Häutchen erhebt sich an den Gefäßwänden, so lange sie feucht sind, und scheint dann mittelst Brechung gesehen, von hellerer Farbe, als das unter der Flüssigkeit befindliche, Silicium.

Das Silicium ist Nichtleiter der Elektricität. Vom Salpeter wird es mit Lebhaftigkeit erst in der Weißglühhitze angegriffen, mit kohlens. Kali aber detonirt es bei anfangender Rothglühhitze, wobei sich Kohlenstofforyd entbindet und Kohle frei wird.

Mit den Hydraten von Kali und Natron detonirt das Silicium unter lebhafter Lichterscheinung (incandescence), bei einer T., wo sie schmelzen, weit jedoch unter der Rothglühhitze. Es entbindet sich dabei Wsstgas, welches sichtlich brennt, wenn das Volumen der Masse nicht zu klein ist. Die nämlichen Erscheinungen beobachtet man mit dem Barythydrat. Mit dem Kalkhydrat wird zwar auch Incandescenz beobachtet, allein sie ist sehr schwach, und das Silicium oxydirt sich nur unvollkommen. Mit dem sauren flußs. Kali detonirt es beim Schmelzgrade des Salzes, d. i. weit unter der Rothglühhitze; in fließendem Borax wird es nicht verändert.

Das nicht geglühte, mithin wasserstoffhaltige, Silicium verhält sich in mehrern Stücken anders als das reine; während dieses in Srst. und atm. L. ganz unverbrennlich scheint, so brennt dagegen jenes, schnell bis zum Rothglühen erhitzt, sehr lebhaft, und dann oxydirt sich nicht blos der Wasserstoff, sondern auch, doch nur theilweis, das Silicium. So geht auch das reine geglühte Silicium keine Verbindung mit dem Schwefel ein, wenn man es bis zum vollkommenen Rothglühen in Schwefeldämpfen erhitzt, das nicht geglühte dagegen faßt hiebei Feuer, und giebt damit eine dunkelgraue, schlackige, unvollkommen geschwefelte Masse. Manchmal jedoch, insbesondre, wenn vor Verflüchtigung des Schwefels die Gefäße luftleer gemacht worden sind, schwefelt sich das Silicium auch vollständig, wenigstens in einem Theile seiner Masse. Es stellt dann einen weißen erdigen Körper dar, der, in W. geworfen, sich augenblicklich darin mit Entbindung von Schwefelwsstgas auflöst, wobei das Silicium in Kieselerde verwandelt wird. Auch das unvollkommen geschwefelte Silicium zersetzt das Wasser schnell, doch so, daß der nicht mit Schwefel verbundene Antheil von Silicium sich abscheidet. An der gewöhnlichen Luft verbreitet das Schwefelsilicium einen starken Geruch nach Schwefelwsstf. und verliert in Kurzem allen seinen Schwe-

fel; in trockner L. aber erhält es sich lange. In der Rothglühhitze läßt es sich rösten und giebt schweflige S. und Kieselerde, was jedoch nur langsam erfolgt.

Ein doppelt geschwefeltes Silicium läßt sich erhalten, wenn man das Silicium-Kalium erst in der Rothglühhitze mit Schwefel verbindet, eine Verbindung die leicht von Statten geht, und dann die Masse in Wasser auflöst, und wiederum einer Weißglühhitze aussetzt.

Den Phosphor brachte Berzelius dadurch mit Silicium in Verbindung, daß er ihn in der Rothglühhitze darüber streichen ließ.

Erhitzt man Silicium in einem Strom von Chlor, so faßt es Feuer und brennt fort. Enthält das Gas atm. L., so bleibt Kieselerde unter Gestalt eines leichten Skelettes. Das Silicium brennt gleich gut im Chlor, mag es seines Wssts beraubt seyn oder nicht. Das Product verdichtet sich zu einer Fl., welche gelblich ist, wenn sie Chlor im Ueberschuß enthält, farblos dagegen, wenn dieß nicht der Fall ist. Diese Fl. ist sehr beweglich, verfliegt fast augenblicklich an freier Luft in weißen Dämpfen und läßt einen Rückstand von Kieselerde. Sie hat einen sehr penetranten, einigermaßen an den des Blausstoffs erinnernden, Geruch. In Wasser geworfen, schwimmt sie darauf, lößt sich gewöhnlich darin auf oder setzt etwas Kieselerde ab. Wenn die Wassermenge gering ist, z. B. einen Tropfen auf eben so viel Siliciumchlorid beträgt, so wird sie von letzterm umhüllt, und die Kieselerde bleibt als eine aufgeblähte halb durchsichtige Masse. Die beschriebene Fl. ist den Verbindungen der andern elektronegativen Körper mit dem Chlor analog. Sie röthet das Lackmuspapier.

In der gewöhnlichen T. der L. hat das Kalium keine Wirkung auf das Siliciumchlorid; in seinem Dampfe aber erhitzt, faßt es Flamme und giebt eine Zusammensetzung aus Silicium und Kalium. Das Jodkalium verbindet sich nicht mit dem Silicium.

Das Silicium wird weder aufgelöst noch angegriffen von der Schwefels., der Salpeters., der Salzs., selbst nicht vom Königswasser. Im Zustande der Verbrennlichkeit (wenn man ihm den Wsst. noch nicht entzogen hat), löst es sich langsam in der Flußs. mit Entbindung von Wsstgas auf; mit seiner Verbrennlichkeit aber verliert es zugleich seine Eigenschaft, sich darin aufzulösen. Dagegen wird es, selbst in der Kälte, schnell durch ein Gemisch von Salpeters. und Flußs., mit Entbindung von Salpetergas aufgelöst. Das verbrennliche Silicium läßt sich auch durch Digestion in einer kaustischen Kaliauflösung auflösen; im unverbrennlichen Zustande aber wird es auf nassem Wege nicht mehr von den Alkalien angegriffen.

Ist das Silicium einmal isolirt, so läßt es sich dann nur sehr

schwierig mit den Metallen in Verbindung bringen. Seine merkwürdige Verwandtschaft zum Platin ist durch Bouſſingault (und Scholz s. Anm. zu (165)) nachgewiesen. Jedoch kann man es so oft und so lange man will, in einem Platintiegel erhitzen, ohne daß Verbindung erfolgt. Sucht man aber das Silicium in einem Platintiegel durch Kalium zu reduciren, so dringt das Silicium tief in das Platin an der Stelle, wo es vom Kalium berührt wird hinein. Das Kupfer, Silber, Bley und Zinn, vor dem Löthrohr mit dem Silicium erhitzt, scheinen weder in ihrem Ansehn, noch ihrer Geschmeidigkeit verändert, doch lassen sie, mit Säuren behandelt, eine kleine Menge Kieselerde zurück; namentlich läßt das Kupfer ein Skelet von einer ihm gleichen Gestalt; wobei zu bemerken ist, daß das Silicium, obwohl für sich nicht durch die Säuren angreifbar, doch orydirt wird, wenn man seine Verbindungen mit Metallen auflöst; worin es Aehnlichkeit mit dem Rhodium und Titan zeigt.

Das Silicium verbindet sich mit dem Kalium bei einer erhöhten T., aber ohne deutliche Wärmeentwicklung. Es giebt zwei Verbindungen damit: die eine, mit Ueberschuß von Kalium, ist dunkelgrau-braun und ganz in W. aufl.; die andre, mit weniger Kalium, wird auf die, unter Zubereitung angeführte, Weise erhalten, oder dadurch, daß man die erste einer sehr hohen T. aussetzt.

Es ist übrigens wahrscheinlich, daß das Silicium mit den Metallen Verbindungen einzugehn vermag, deren Verhältnisse denen ihrer Silicate entsprechen, worüber Berzelius die Untersuchungen auf Weiterhin verspart hat.

Das Zirkonium wird auf eine ähnliche Weise als das Silicium erhalten. Es ist schwarz wie Kohle, orydirt sich weder im Wasser noch in der Salzs.; wird aber vom Königswasser und von der Flußs. aufgelöst, von letztrer unter Entbindung von Wsstgas. Es brennt bei wenig erhöhter T. mit außerordentlicher Heftigkeit. Es verbindet sich mit dem Schwefel. Sein Sulfurid ist kastanienbraun, wie das Silicium, unaufl. in Salzs. und in den Alkalien. Es brennt mit Glanz und giebt schwefelige S. und Zirkonerde.

Von den Metallen des zweiten Abschnitts oder den Metallen der Alkalien.

136. Zu den Metallen des zweiten Abschnitts gehören diejenigen, welche das W. bei der gewöhnlichen T. schnell zersetzen, den Srst. bei der nämlichen T. oder unter Mithülfe einer leichten Wärme verschlucken, und im Orydzustande durch die Elektricität, oder gewisse sehr

verbrennliche Körper reducirt zu werden vermögen, nicht aber durch die Hitze allein. Dieser Metalle sind sechs: das Calcium, das Strontium, das Baryum, das Lithium, das Natronium oder Sodium und das Kalium oder Potassium.

Durch Verbindung mit dem Sauerstoff bilden sie gewisse Oxyde, die man im Allgemeinen durch den Namen Alkalien zu bezeichnen pflegt; daher wir uns auch zuweilen des Ausdrucks Metalle der Alkalien für die Metalle dieses Abschnitts bedienen werden.

Vom Calcium (Ca = 25,60).

137. Natürlicher Zustand. — Dieß Metall kommt nicht gediegen vor; sondern findet sich stets im Oxydzustande, fast immer mit andern Oxyden oder einer der folgenden sechs Mineralsäuren verbunden; nämlich der Schwefels., Kohlens., Phosphors., Flußs., Salpeters., Salzs., manchmal auch mit der Wolframsäure.

Eigenschaften. — Seine Eigenschaften sind fast unbekannt. Man weiß blos, daß das Calcium schwerer als das Wasser, bei der gewöhnlichen T. fest ist, eine große V. zum Srst. besitzt und sich desselben so begierig bemächtigt, daß es ihn fast allen andern Körpern entzieht, und durch Berührung mit W. oder atm. Luft sogleich seinen reguliniſchen Zustand verliert.

Bereitung. — Wir sind noch nicht im Besitz guter Verfahrungsarten, es zu gewinnen; das einzige, welches man kennt, besteht darin, einen Teig von schwefels. Kalk oder einem andern Kalksalze mit W. zu machen; ihn, zu einem Schälchen geformt, auf eine Metallplatte zu setzen; Queckſilber in diese Art Schälchen zu thun, und einerseits mit dem Queckſilber den negativen Draht einer in Wirkung begriffenen Säule, andrerseits den positiven Draht der nämlichen Säule mit der Metallplatte in Verbindung zu bringen. Die Schwefels. und der Srst. des schwefelsauren Salzes begeben sich zum positiven, das Calcium begiebt sich zum negativen Pol, nnd findet dort Queckſilber, von welchem es aufgelöst wird. Um ein an Calcium einigermaßen reiches Amalgam zu erhalten, muß man den Versuch lange Zeit hindurch fortsetzen. Man thut alsdann dieß Amalgam in eine sehr kleine Retorte mit Steinöl, fügt an den Hals derselben eine kleine Vorlage; verstopft die Tubulatur dieser Vorlage mit einem sehr wenig durchbohrten Stöpsel und schreitet zur Destillation. Das Oel verflüchtigt sich, verjagt die Luft, und bald darauf verfliegt auch das Queckſilber, so daß die kleine, auf dem Boden der Retorte zurückbleibende, Menge Calcium kaum noch etwas davon zurückhält. Das

Oel dient, die Oxydation des Metalls zu verhüten (da es selbst keinen Erst. enthält) *).

Geschichtliches. Das Verfahren, mittelst dessen das Calciumamalgam bereitet wird, verdanken wir dem Dr. Seebeck; Davy aber stellte zuerst das Metall rein daraus dar, und that so sein Daseyn erfahrungsmäßig dar (Journal de physique, tome LXIX.).

Vom Strontium (Sr = 54,73) und Baryum (Ba = 85,69).

138. Ihre Beschreibung stimmt mit der des Calciums überein; nur kommen sie seltner als dieß und fast blos mit Schwefelsäure und Kohlensäure verbunden vor.

Vom Lithium (L = 12,78).

138 bis. Das Lithium ist das Radical des Lithions oder des Lithins, eines alkalinischen Oxyds, welches Arfwedson vor nicht langer Zeit in einigen Mineralien des Utoschen Bergwerks in Schweden entdeckt hat, nämlich dem Petalit, dem Triphan und dem grünen Turmalin (Ann. de Ch. et de Phys. t. X. p. 82). Zwar hat es Arfwedson nicht in metallischem Zustande erhalten, sehr wahrscheinlich aber würde es sich in diesem Zustande durch das nämliche Verfahren erhalten lassen, als welches zu Gewinnung der drei vorigen Metalle angewandt wurde **). Der Name dieses neuen Metalls kommt her vom griechischen Worte λιθειος, lapideus.

Vom Kalium oder Potassium (K = 48,99).

139. Das Kalium, Potassium oder Kalimetall wurde von Davy im J. 1817 entdeckt, und seine Eigenschaften theils von ihm, theils von Gay-Lussac und Thénard näher untersucht (Journ. de Phys. von 1807 bis 1810; Recherches physico-chimiques).

Physische Eigenschaften. — Dieß Metall ist bei 0° R.

---

*) Unrein erhält man das Calcium, Strontium und Baryum auch, wenn man über ihre glühenden Oxyde oder Chloride Kaliumdämpfe leitet.

**) Wirklich versichert Brande (Manual of Chemistry 2 ed. II. 57. § 608.) das Lithium durch die Voltaische Säule metallisch als eine glänzend weiße, sehr brennbare, Substanz dargestellt zu haben.

fest, spröde, von krystallinischem Bruch. Frisch geschmolzen in Steinöl durch das Glas betrachtet, gleicht es mattem Silber; verliert aber herausgenommen seinen Glanz bald, und nimmt das Ansehn von Bley an, welches lange der Luft ausgesetzt gewesen ist. Bei der gewöhnlichen T. ist es so geschmeidig und weich, als Wachs, und läßt sich wie dieses mit den Fingern kneten, ein Versuch, der sich jedoch nur insofern gefahrlos anstellen läßt, als die Oberfläche des Kaliums mit Oel bedeckt ist; widrigenfalls es sich entzünden und eine starke Verletzung dadurch bewirken würde. Sein spec. Gewicht beträgt 0,865 bei der gewöhnlichen T.: ist mithin geringer als das des Wassers und größer als das des reinen Steinöls. Man kann es leicht so finden, daß man eine kleine Glasröhre erst leer, dann voll W., und endlich voll Kalium wiegt, welches man hineingedrückt hat.

Chemische Eigenschaften. — Das Kalium schmilzt bei 58°: ist mithin nach dem Queckſilber das leichtflüssigste Metall. Auch zu den flüchtigsten gehört es. Man fülle eine kleine gekrümmte und recht trockne Glasglocke (Taf. XIII. Fig. 3.) mit Queckſilber, lasse Stickgas ziemlich bis zum Drittheil ihrer Höhe hineinsteigen; schneide dann mit einem Messer ein Stück Kalium von der Größe einer kleinen Haselnuß und bringe es durch das Queckſilber am Ende eines eisernen Stäbchens bis in den gekrümmten Theil der Glocke; erhitze darauf das Kalium mittelst der Weingeistlampe und man wird sehen, daß es schmilzt, und, wenn es der Rothglühhitze nahe kommt, sich schnell in Gestalt grüner Dämpfe verflüchtigt.

Das trockne Sauerstoffgas wird vom Kalium bei der gewöhnlichen T. verschluckt; da aber nur die äußern Metallschichten in unmittelbare Berührung mit dem Gas kommen, so oxydiren nur diese sich leicht. Auch geht die Verschluckung viel schneller von Statten, wenn man das Metall, anstatt ihm eine sphärische Gestalt zu geben, abplattet (weil es so mehr Oberfläche darbietet). In jedem Fall bildet sich ein weißes Oxyd ohne Lichtentwickelung. Selbst die Wärme ist nur zu Anfange des Versuchs merklich und hört bald auf, es zu seyn, weil sich die Verbrennung verzögert (dieß gilt für die gewöhnliche T.). Jedoch geschieht es auch zuweilen, daß das Kalium mit Flamme zu brennen anfängt, wenn man den Versuch ohne die erforderlichen Vorsichtsmaßregeln im Sommer anstellt. Die beßte Art, hiebei zu verfahren, ist, das Metall, nachdem man es in Steinöl getaucht, zwischen zwei gut polirte Messingplatten zu bringen, es zusammenzudrücken und am Ende eines Eisenstäbchens durch das Queckſilber in eine kleine, mit Sauerstoffgas beinahe angefüllte, und durch Eis erkältete, Glocke zu bringen.

Weit stärker als im Kalten, ist die Wirkung des Kaliums auf

das Sauerstoffgas in der Wärme. So wie das Metall geschmolzen ist, faßt es sofort Flamme; das Gas wird rasch verschluckt, es bildet sich ein braungelbes Peroxyd und viel Licht und Wärme wird dabei entwickelt. Deßwegen läßt sich auch der Versuch in einer kleinen Glasglocke nicht gut anders anstellen (132), als daß man in sie ein kleines ovales Silber- oder Platinschälchen einbringt, um das Kalium hineinzulegen: widrigenfalls die Glocke wegen der plötzlichen Hitze, welche entsteht, fast immer springt (S. Taf. XVIII. Fig. 11. das kleine Schälchen, und Taf. XIII. Fig. 3, den Apparat).

Eben so wie gegen den Sauerstoff verhält sich das Kalium auch gegen die atm. Luft, nur geht die Einwirkung hier minder lebhaft vor sich.

Es vermag sich mit fast allen nicht metallischen verbrennlichen Körpern zu verbinden, ausgenommen mit dem Bor nnd dem Kohlenstoff.

Auch mit allen Metallen verbindet es sich und macht selbst die geschmeidigsten spröde.

Auf W. geworfen, zersetzt es dasselbe, und wird glühend (zugleich wird es auf der Oberfläche des Wassers, wie ein feuriges Meteor umher getrieben, bis es ganz oxydirt ist, und kurz vor dem Verlöschen noch platzt).

Es zersetzt auch die meisten Oxyde, alle Säuren, die meisten Salze und alle vegetabilischen und thierischen Stoffe; so mächtig ist seine Verwandtschaft zum Sauerstoff, den es daraus anzieht. Nur die fetten Körper, welche am reichsten an Kohlenstoff und Wasserstoff sind, werden schwer davon angegriffen. Auch ist das beßte Mittel, Kalium aufzubewahren, kleine Glasröhren damit voll zu stopfen, und sie in Flaschen mit dickem Halse voll rektificirten Steinöls zu legen.

Natürliches Vorkommen. — Das Kalium ist noch nicht rein in der Natur gefunden worden; man trifft es vielmehr nur im Oxydzustande an, und auch als Oxyd ist es immer mit Schwefels., Kohlens., Salzs., Salpeters. zu Salzen vereinigt, oder kommt mit andern Oxyden in Verbindung in einer ziemlich großen Menge Steinen vor.

Bereitung. — Man verschafft sich das Kalium, indem man das Kalihydrat (Verbindung von Kaliumprotoxyd *) und Wasser) durch Eisen oder die Voltaische Säule behandelt. Das erste Verfah-

---

*) Nach andern, die eine Verbindung von Kalium mit noch einem geringern Verhältniß Erst. annehmen, Kaliumdeutoxyd. Thenard betrachtet diese niedre Verbindung als Mengung von Kalium mit Protoxyd (517).

ren wird erst in der Folge (1208) beschrieben werden; das zweite wird auf folgende Weise vorgenommen:

Man nehme ein Stück Kali, mache eine Höhlung hinein, welche möglichst tief und mit Quecksilber angefüllt seyn muß, lege dieß Stück auf eine Metallplatte, und bringe den positiven Pol einer Voltaischen Säule von 200 Paaren mit der Platte, den negativen mit dem Quecksilber in Verbindung. Ist die Säule in Wirkung, so wird das Quecksilber bald so viel Kalium aufnehmen, daß es fest wird. Dann schütte man es in das rectificirte Steinöl und fülle die Höhlung mit einer neuen Quantität Quecksilber an u. s. w. Uebrigens scheide man das Quecksilber vom Kalium wie vom Calcium ab. Bei diesem Versuch werden das W. und das Kaliumoxyd zersetzt; der Srst. des einen und des andern begeben sich zum positiven Pol, während das Kalium, Radical des Protoxyds und der Wsst., Radical des W., sich zum negativen Pol begeben. Ersteres verbindet sich mit dem Quecksilber und letztres entweicht im Gaszustande.

Es ist nothwendig, daß das Oxyd W. enthalte, um reducirt zu werden; widrigenfalls es dem el. Fluidum keinen Durchgang verstatten würde: es darf aber auch nicht zu viel W. enthalten; z. B. nicht aufgelöst seyn: sonst würde das W. allein zersetzt werden. Jedenfalls übrigens läßt sich durch dieß Verfahren immer nur eine sehr geringe Menge Kalium gewinnen.

Vom Natronium (Sodium, Natrium Na = 29,09).

140. Physische Eigenschaften. — Das Natronium, welches, wie das Kalium, im J. 1807 von Davy entdeckt und von ihm und von Gay-Lussac und Thénard (Recherches physico-chimiques) untersucht worden ist, ist bei der gewöhnlichen T. fest, geruchlos, fast eben so weich und geschmeidig, als Wachs (es läßt sich mit der größten Leichtigkeit zu dünnen Blättern auspressen und behält seine Geschmeidigkeit sogar beim Gefrierpunct). Nur darum ist es von kaustischem Geschmack, weil es das W., welches die Wände des Mundes befeuchtet, zersetzt, und dadurch Protoxyd von Natronium bildet, welches allerdings eine sehr starke Kausticität besitzt. Seine Farbe hat viel Aehnlichkeit mit der des Bleys; seine Schnittfläche ist eben (unie) und sehr glänzend. Sein spec. Gewicht, welches wie das des Kaliums gefunden wird, ist 0,972 bei der T. von 15°; noch hat das Natronium nicht so gut krystallisirt erhalten werden können, um die Form seiner Krystalle danach zu bestimmen.

Chemische Eigenschaften. — Das Natronium schmilzt bei 90°; wenn es flüchtig ist, so ist dieß nur bei einer sehr hohen T.

In der Kälte hat es weder auf das Sauerstoffgas noch auf die atm. Luft, wenn sie recht trocken sind, Wirkung; in der Wärme aber greift es sie sehr stark an, namentlich das Sauerstoffgas. Im Augenblick, wo das Metall schmilzt, erfolgt eine ausnehmend lebhafte Verbrennung mit großer Entwickelung von Wärme und Licht und beträchtlicher Gasverschluckung, als deren Product ein gelbes Natroniumoxyd bleibt, welches eine Mengung aus Protoxyd und Deutoxyd ist *).

Seine Verbrennung erfolgt mit weit mindrer Stärke in der atm. Luft, als im Sauerstoffgas, sehr lebhaft in jener selbst nur dann, wenn ihr immer erneuerter Zutritt verstattet ist: daher geht sie gut in einem Scherben, schlecht in einer gekrümmten Glocke vor sich. Alles dieß läßt sich durch Versuche auf dieselbe Weise, wie beim Kalium bestätigen.

In der Wirkung auf die verbrennlichen Körper, die Oxyde, die Säuren, die Salze, die vegetabilischen und thierischen Stoffe steht das Natronium dem Kalium sehr nahe; nur darin unterscheidet es sich von diesem, daß es sich nicht mit dem Wasserstoff verbindet, sich nicht an der Oberfläche des Wassers entzündet, und im Allgemeinen etwas minder leicht als letztres Metall angegriffen wird: daher es sich auch leichter hält.

Natürliches Vorkommen. — Das Natronium ist bisher nur in Verbindung mit andern Körpern gefunden worden; nämlich mit dem Chlor im Kochsalz; mit dem Srst. und der Schwefels., Salzs., Kohlens., Phosphors. in Salzen, die es damit zusammensetzt; mit dem Sauerstoff und einigen Oxyden in gewissen Mineralien.

Gewinnung. — Diese ist die nämliche, wie beim Kalium, nur daß man anstatt des Kalihydrats Natronhydrat anzuwenden hat.

Von den Metallen des dritten Abschnitts.

Zum dritten Abschnitt gehören diejenigen Metalle, welche das W. nur bei der Rothglühhitze zersetzen; den Srst. bei einer mehr oder minder hohen T. verschlucken, und Oxyde geben, die sich durch die El. und verschiedene verbrennliche Körper, nicht aber durch die stärkste Hitze, welche man bisher hervorzubringen vermocht hat, reduciren lassen. Dieser Metalle sind fünf: das Mangan, das Zink, das Eisen, das Zinn und das Cadmium (S. die Bemerkung über letztres (129)).

---

*) Auch beim Natronium nehmen andre noch eine geringere Oxydationsstufe als Thenard an.

Vom Mangan (Manganesium, Manganesium, Manganèse Mn = 55,58).

141. Eigenschaften. — Das Mangan, von Scheele und Gahn im J. 1774 entdeckt, ist fest bei der gewöhnlichen T., sehr spröde, sehr hart, körnig, weißgrau (der Farbe des harten Gußeisens ähnlich. Es giebt in feuchter Luft, oder wenn es mit feuchten Fingern berührt wird, einen unangenehmen Geruch, dem ähnlich, der sich dann verbreitet, wenn Gußeisen in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst wird, und welcher sich lange an den Fingern hält. Es hat einen schwachen metallischen Glanz und feinkörnigen Bruch. Mit Borax geschmolzen erhält es einen größern Glanz und krystallinisches Gefüge. Es ist weniger hart als Gußeisen, läßt sich feilen, und zu einem eisengrünen metallisch glänzenden Pulver zerreiben. Vom Magnet wird es nicht angezogen, bekommt indessen diese Eigenschaft durch einen sehr geringen Eisengehalt. Berzelius). Sein spec. Gewicht beträgt 6,85 (8,013 Berzelius). Noch hat man es nicht in ordentlichen Krystallen erhalten.

Es schmilzt nur bei dem höchsten Hitzegrade, den wir in unsern beßten Schmelzöfen hervorzubringen wissen, bei ungefähr 160 Grad Wedgwood.

Bei der gewöhnlichen T. ist es auf das Sauerstoffgas und die atm. Luft, wenn sie trocken sind, ohne Wirkung, und nur von geringer, wenn sie feucht sind (132); (es läuft an der Luft mit gelblicher oder violetter Farbe an und zerfällt binnen Kurzem zu einem schwarzen Pulver. Berzelius); sehr schnell dagegen oxydirt es sich bei einer erhöhten T., namentlich im Srst. Man fülle eine kleine krumme Glasglocke mit diesem Gas; bringe pulverisirtes Mangan bis in den krummen Theil dieser Glocke mit Hülfe einer Zange, deren beide Arme sich löffelförmig endigen (Taf. XIV. Fig. 6.) und erhitze das Metall mit der Weingeistlampe. Die Verschluckung wird sich fast sofort zeigen, und ein braunes Oxyd dadurch entstehen.

Man hat noch nicht vermocht, das Mangan mit dem Wasserstoff, dem Bor, dem Kohlenstoff, dem Stickstoff zu verbinden; seine Vereinigung mit dem Selen ist nicht versucht worden; leicht vereinigt es sich mit den andern nicht metallischen verbrennlichen Körpern und den meisten Metallen.

Wir haben gesagt, daß es das Wasser nur in der Rothglühhitze zersetzt. Bringt man jedoch gepulvertes Mangan in eine Flasche frisch destillirten Wassers, so oxydirt es sich zuletzt unter Entbindung von Wasserstoffgas. Diese Wirkung ist aber nicht augenblicklich, sondern erfolgt erst in geraumer Zeit, wodurch wahrscheinlich wird, daß sie

auf Rechnung der Mitwirkung von Licht oder El. zu schreiben ist (235 bis).

† In Alkohol verändert sich das Mangan wenig, obgleich es auch darin nach einiger Zeit zerfällt. In Queckſilber läßt es sich verwahren, aber es scheint davon zum Theil aufgelöst zu werden. Da das Metall auf dem Queckſilber schwimmt, so muß es in einem umgewandten Gefäße aufbewahrt werden. Am beßten ist es jedoch, das reguliniſche Metall entweder unter Steinöl zu verwahren, oder in eine gläſerne Röhre zu legen, welche man, dem Metalle so nahe als möglich, an beiden Enden zubläst. Black empfiehlt, das Metall mit einem farbenloſen Harzfirniß zu überziehen. Berzelius.

Vorkommen. — Das Mangan kommt in der Natur unter drei Zuständen vor: sehr oft als Oxyd, selten als phosphorsaures Salz, manchmal als Schwefelverbindung. Es ist so leicht oxydirbar, daß es sich kaum gediegen vorfinden kann, doch soll es in dieſem Zustande im Bergwerk von Sem (Thal Vic Deſſos in den Pyrenäen) vorhanden seyn.

Gewinnung, Nutzen. — Man gewinnt das Mangan aus seinem Oxyd durch Calcination mit Kohle (1209). Gebraucht wird es nicht.

Vom Zink (Spiauter, Spelter, Zincum, Zinc, Zn = 40,52).

141 bis †. Geſchichtliches. — Das Zink ist schon in früherer Zeit bekannt geweſen, beſonders sein Erz, der Galmey, aus welchem man seit geraumer Zeit mit Kupfer Meſſing bereitet hat. Die Griechen nannten dieß Erz Cadmion, zum Andenken des Cadmus, welcher ihnen den Gebrauch deſſelben zuerst lehrte. Der Name Zink wurde im Anfange des 16ten Jahrhunderts von Paracelſus eingeführt. Daſſelbe scheint zuerst als ein eigenes Metall bekannt geworden zu seyn, als es aus China hergeführt wurde, weil seine Darſtellung aus europäiſchen Erzen erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts erfunden ward. Im Handel ist dieß Metall Spiauter genannt worden (Berzelius).

142. Phyſiſche Eigenſchaften. — Das Zink ist (bei der gewöhnlichen T.) fest, bläulich weiß, von blättrigem Gefüge, sehr geſchmeidig (Sage): doch geht es viel leichter durch das Streckwerk, als durch den Drahtzug: auch hat man ziemlich dünne Zinkblätter, aber nicht sehr dünne Zinkdrähte *). Es läßt sich nicht feilen, und

---

*) Die Geſchmeidigkeit des Zinks ist sehr abhängig von seiner T. Reines Zink läßt sich bei der gewöhnlichen T. der Luft zu dünnen Blechen aus-

man muß es daher, um es gepulvert zu erhalten, schmelzen und in dem Augenblick wo es erstarrt, reiben. In Berührung mit einem andern Metall gebracht, nimmt das Zink fast immer positive El. an. Man hat es noch nicht ordentlich krystallisirt dargestellt, denn es ist schwer, es anders zu erhalten, als in Blättern von unregelmäßiger Gestalt *). Sein spec. Gewicht ist 7,1 (das des geschmolzenen Zinks 6,862, das des geschmiedeten soll auf 7,215 steigen. Berzelius).

Chemische Eigenschaften. — Es schmilzt unter der Rothglühhitze (bei + 360° C. Berzelius) und verflüchtigt sich über dieser T. bei einem gewissen Hitzegrade, welchen man nicht kennt. Man thue Zink in eine steingutne Retorte, setze sie mit stark geneigtem Halse in einen Reverberirofen, und gebe allmälig Hitze bis zum Rothglühen. Das Zink wird sich sublimiren, sich im Halse der Retorte verdichten, und, wenigstens zum Theil, herausfallen, wo man es dann in einem Gefäß voll Wasser auffangen kann. Auch reinigt man auf diese Weise in den Laboratorien das im Handel vorkommende Zink, welches oft Eisen und Bley enthält.

Bei der gewöhnlichen Temperatur hat das Zink keine Wirkung auf den Srst. oder die atm. Luft im trocknen Zustande, und nur eine sehr schwache, wenn diese Gasarten feucht sind (welches sich durch Bildung einer grauen Schicht von Suboxyd an der Oberfläche zu erkennen giebt). Anders verhält es sich bei einer erhöhten T. So wie es geschmolzen ist, oxydirt sich seine Oberfläche und überzieht sich mit einer grauen Schicht. Kaum rothglühend, brennt es mit einem lebhaften Licht. Man nehme einen irdenen Tiegel, thue 200 bis 300 Grammen (3200 bis 4800 Gran nürnb. Med. G.) Zink hinein, verschließe ihn genau mit einem Deckel mittelst etwas eingeweichten Thons; lasse ihn stark glühen, öffne ihn darauf, und schüttle ihn,

---

schmieden, ohne in den Kanten zu bersten, wobei es bis $\frac{1}{20}$ an Dichtigkeit zunimmt. Das im Handel gewöhnlich vorkommende Zink ist nicht so geschmeidig und bricht leicht bei der gewöhnlichen T. der Luft; aber bei der Hitze von kochendem W. und einige Grade darüber, läßt es sich schmieden, walzen, zu Drähten ziehen. Bei + 205° C. wird es wieder spröder und es kann in einem, bis zu diesem Grade erhitzten, eisernen Mörser zu Pulver gestoßen werden. Das Zink hat eine eigene Weichheit, indem es in den Feilen und an der Schneide der Meißel, womit es gearbeitet wird, sitzen bleibt, welches bei dem weit weicheren Bley nicht Statt findet. Kupfer hat auch diese Eigenschaft, aber in weit geringerm Grade, und Messing, eine Legirung aus Kupfer und Zink, besitzt sie nicht. Die Ursache der größern Sprödigkeit des gewöhnlichen Zinks gegen das reine destillirte scheint darin zu liegen, daß sich die fremden Gemengtheile zwischen den Krystallen des reinen Zinks befinden und ihren Zusammenhang vermindern. Berzelius.

*) Berzelius giebt an, daß das Zink unter langsamer Abkühlung in Gruppen von 4seitigen oder flachen 6seitigen Prismen anschieße.

nachdem man mittelst eines Metallstabes das, auf der Oberfläche des Metallbades gebildete, Oxyd entfernt hat. Plötzlich wird ein so intensives Licht entstehen, daß das Auge den Glanz desselben kaum zu ertragen vermag. Neigt man den Tiegel, so wird das Metall in Feuerströmen ausfließen, und sehr weiße und leichte Flocken Zinkoxyd werden sich nach allen Seiten verbreiten, und lange in der Luft schweben bleiben.

Wenn die Verbrennung des Zinks schon so lebhaft in der atm. Luft ist, wie sollte sie es nicht noch mehr im Sauerstoffgas seyn?

Der Phosphor, der Schwefel, das Selen, das Chlor, das Jod sind die einzigen nicht metallischen verbrennlichen Körper, welche bisher mit ihm verbunden worden sind. Es scheint mit allen Metallen eine Verbindung eingehn zu können; bildet jedoch nur eine einzige, zu technischen Zwecken angewandte, Legirung, nämlich das Messing.

Von seiner Wirkung auf das Wasser haben wir schon gesprochen; es zersetzt dasselbe nur bei der Rothglühhitze; wenigstens, wenn es auch bei der gewöhnlichen T. darauf einwirkt, geschieht dieß nur erst in geraumer Zeit und unter Mitwirkung des Lichts oder der Elektricität (275 bis).

Natürliches Vorkommen. — Das Zink kommt unter drei Zuständen in der Natur vor: als Oxyd, Sulfurid und als Salz (schwefelsaures, kohlensaures). Das mit Kieselerde verbundene Oxyd ist unter dem Namen Galmey (calamine) bekannt; das Sulfurid wird Blende genannt (236 und 524).

Gewinnung. — Man erhält das Zink aus dem Zinkoxyd, durch Calcinirung desselben mit Kohle (1222).

Anwendung. — Die Anwendungen des Zinks sind ziemlich mannichfaltig. Mit Kupfer combinirt giebt es die Elemente des Voltaischen Apparats. Mit Zinn und Quecksilber verbunden bildet es ein Amalgam, dessen man sich manchmal als eines Ueberzugs auf die Reibzeuge der Elektrisirmaschinen bedient *). Durch lebhafte Verbrennung des Zinks an der Luft erhält man das weiße Zinkoxyd oder die Zinkblumen. Durch seine Einwirkung auf Wasser und Schwefelsäure verschafft man sich Wasserstoffgas. Es geht zu einem Viertheil in die

---

*) Singer empfiehlt vor allen andern ein Amalgam aus zwei Gewichtstheilen Zinn, vier Zink und sieben Quecksilber. Man erhitzt erst das Quecksilber allein, etwas über 100°, schüttet es in eine hölzerne Büchse und setzt nun die vorgeschriebenen Mengen der beiden, zuvor in Fluß gebrachten, Metalle hinzu. Darauf verschließt man sofort die Büchse und schüttelt sie schnell, um eine recht innige Mischung zu bewirken. Ist das Amalgam abgekühlt, so wird es in einem Mörser zu einem feinen Staube zerstoßen, und dieser Staub mit einer hinreichenden Quantität Schweinefett in Form eines Teiges gebracht.

Zusammensetzung des Messings ein, und ist auch ein Bestandtheil des schwefelsauren Zinks oder weißen Vitriols. Endlich fängt man auch an, sich desselben zu Anlegung von Wasserleitungen, Verfertigung von Rinnen, Becken, Badewannen, zum Dachdecken u. s. w. zu bedienen.

Man wollte auch Kasserolen und anderes Küchengeräth daraus verfertigen; die Leichtigkeit jedoch, mit der es durch die schwächsten Säuren angegriffen wird, und die brechenerregende Wirkung, welche die Zinksalze besitzen, müssen die Bereitung von Nahrungsmitteln in solchen Gefäßen untersagen.

† In der Medicin werden die Zinkblumen und das schwefelsaure Zink innerlich in kleinen Gaben als krampfwidriges Mittel, letztres in größern auch als Mittel, schnelles Erbrechen bei Vergiftungen zu erregen, angewandt; äußerlich bedient man sich ihrer zur Heilung von Geschwüren.

Anwendung als Reagens. — Das Zink dient 1) vorzüglich zur Fällung des Bleys, Zinns, Antimons, Kupfers aus ihren Auflösungen. Auch nur $\frac{1}{100000}$ Blei oder Kupfer, was sich in Flüssigkeiten wie Wein, Oel, Essig befindet, kann man dadurch entdecken, daß man in den einen Schenkel einer wie ein V gebogenen Glasröhre die zu untersuchende Flüssigkeit, in den andern Schenkel mit etwas Salzsäure geschwängertes Wasser bringt, und eine Verbindung der beiden Schenkel durch einen Zinkstreifen macht, wo sich selbst ein so geringer Antheil Blei als schwarzgrauer an einigen Stellen metallisch glänzender, das Kupfer als ein kupferrother Ueberzug anlegt (Kastner im deutschen Jahrb. der Ph. II. 1816. S. 263). 2) Das Titan in seiner salzsauren mit 6 Theilen Wasser verdünnten Auflösung wird durch ein, in ein damit gefülltes Stöpselgläschen hineingebrachtes Zinkstäbchen angezeigt werden, indem bei verschlossenem Gläschen die Auflösung anfangs eine violette, nachher aber eine gesättigt indigoblaue Farbe annimmt, worin Ammoniak einen blauen Niederschlag bewirkt (Klaproths Beiträge I. und H. Rose a. a. O.). 3) Das Zink ist auch ein Reagens für die Selensäure, indem aus der Schwefels. oder Salzs., welche Selens. enthalten, letztere durch Desoxydation unter der Gestalt von rothbraunen Flocken abgeschieden wird, auch wohl auf dem Zink als eine rothe Haut sich anlegt.

Vom Eisen (Ferrum s. Mars, Fer, Fe = 33,92).

143. Das Eisen ist unter allen Metallen das häufigste, das nützlichste und mithin auch das am höchsten zu schätzende. In der That,

auf welcher Stufe würden ohne das Eisen noch unsre meisten Künste stehen? gewiß auf der Stufe der Kindheit.

Die Entdeckung dieses Metalls verliert sich bis in die ältesten Zeiten. Alle Völker mit einigem Gewerbfleiß haben es gekannt, nur ganz rohen Völkerschaften ist es verborgen geblieben. Die Römer jedoch bedienten sich desselben noch wenig; ihre Waffen schmiedeten sie aus einer Legirung von Kupfer mit Zinn, wahrscheinlich weil man damals die Eisenbergwerke noch nicht gehörig zu bearbeiten wußte, und namentlich die Bereitung des Stahls nicht kannte. Gegenwärtig jedoch ist der Gebrauch des Eisens ausnehmend ausgedehnt; und fast ließe sich behaupten, daß um so mehr davon in einem Lande verbraucht wird, je weiter es in der Kultur vorgeschritten ist. Da es sich im Grunde genommen überall findet, und sich leicht allen Formen fügt, die die Industrie der Menschen ihm zu ertheilen für gut befindet, so konnte es nicht fehlen, daß es der Gegenstand einer großen Menge Untersuchungen wurde, auch ist fast kein Chemiker, der sich nicht damit beschäftigt hätte, und es bleibt hinsichtlich der Kenntniß seiner Eigenschaften wenig zu wünschen übrig.

Lange Zeit hat es den Namen Mars geführt.

Physische Eigenschaften. — Das Eisen ist fest bei der gewöhnlichen T., hart, stark gekörnt, von etwas blättrigem (oder faserigem) Gefüge *), durch Reiben einen merklichen Geruch erlangend. Es ist sehr geschmeidig, geht jedoch besser durch den Drahtzug als durch das Streckwerk; denn man hat sehr dünne Eisendrähte; aber nicht sehr dünne Eisenplatten. Sein spec. Gewicht ist 7,788 (7,207 bis 7,788 indem das spec. Gewicht durch Hämmern vermehrt wird). Es besitzt unter allen Metallen die meiste Tenacität (130): ein Eisendraht von zwei Millimetern (0,886 par. Lin.) Durchmesser zerreißt erst durch ein Gewicht von 242,659 Kilogrammen (679,4 Pfund nürnb. med. Gew.) **) (Dr. Wollaston hat zuerst dargethan, daß das natürliche Eisen in den Gestalten eines regelmäßigen Octaeders und Tetraeders oder eines Rhomboeders zu brechen pflegt, indem es bald diese, bald jene der drei Gestalten zum Kern hat. Ure).

---

*) Daniell fand bei seinen Versuchen über die Enthüllung des Gefüges durch Säuren, daß eine Masse Stangeneisen, welche alle Operationen des Ablöschens und Walzens erlitten hatte, und die er in flüssige Salzsäure legte, bis diese gesättigt war, das Aussehen von einem Bündel fasces erhielt, deren Fasern seiner ganzen Länge nach parallel liefen. An beiden Enden waren die Spitzen völlig von einander getrennt, und die Stäbe waren sämmtlich so deutlich zu bemerken, daß man sie nur locker hätte verbunden glauben sollen (Ure Handwörterb. der Chemie. Art. Eisen).

**) Nach Dufour ändert sich die Tenacität des Eisens nicht merklich zwischen — $22°\frac{1}{2}$ C. und + $92\frac{1}{2}°$ C., zwischen welchen Temperatnren er seine Versuche anstellte (Ed. phil. J. IX. p. 197).

Chemische Eigenschaften. — (Bei der Glühhitze wird das Eisen weicher und leichter dehnbar; bei starker Weißglühhitze (90 bis 95° Wedgw.) wird es so weich, daß sich zwei Stücke desselben durch Hammerstreiche zusammenkneten, d. h. schweißen, lassen); der Schmelzpunkt des Eisens ist bei ungefähr 130° Wedgw., wozu ein sehr gutes Schmelzofenfeuer gehört (nach Sir G. Mackenzie bei 158° W.). (Durch die höchsten bisher bekannten T. hat man das Eisen noch nicht zu verflüchtigen vermocht). Eisenstangen, in einer verticalen Stellung, oder besser noch unter einem Winkel von 70°, in die Ebene des magnetischen Meridians eine Zeit lang gehalten, werden von selbst magnetisch. Auch lassen sie sich durch Stoß oder eine elektrische Entladung (oder durch Umhüllung mit spiralförmig gewundenen Theilen Voltaischer Verbindungsdrähte) magnetisch machen; die beßte Magnetisirungsmethode aber besteht darin, sie immer nach der nämlichen Richtung mit einem natürlichen oder künstlichen Magneten zu streichen. (Ueber die verschiedenen Magnetisirungsmethoden s. Biots Lehrbuch der Physik Th. III.). (Das Eisen nimmt den Magnetismus um so leichter an, je reiner und weicher es ist, verliert ihn aber auch um so leichter; daher dauerhafte künstliche Magnete sich nur aus gehärtetem Eisen oder Eisen, welches mit Kohlenstoff, Arsenik oder andern nicht des Magnetismus fähigen Metallen in gewissen Verhältnissen verbunden ist, verfertigen lassen).

Das Eisen ist eins der am leichtesten verbrennenden Metalle. Man befestige Zündschwamm an eins der Enden einer Spirale, welche aus einer Uhrfeder oder mehreren Armen ganz feiner Eisendrähte verfertigt ist; hänge sie mit dem andern an einem Korkstöpsel auf, und tauche die Spirale in eine Flasche voll Sauerstoffgas (indem man den Stöpsel in ihre Mündung einsetzt). Sofort wird die lebhafteste Verbrennung erfolgen; das Eisen wird sich in einigen Secunden oxydiren und in den Zustand von Deutoxyd übergehen. Kann man sich nicht übrigens in den Schmiedewerkstätten jeden Augenblick von der leichten Verbrennlichkeit des Eisens überzeugen? Bringt man es nämlich zum Glühen, um es zu bearbeiten, so geben sich durch das darauf Hämmern Blättchen oder sogenannter Hammerschlag los, der nichts anders als Oxyd ist. Oft selbst springen im Augenblick, wo der Schlag des Hammers auf das Eisen fällt, Theilchen davon los, die beim raschen Durchfahren durch die Luft unter der Gestalt von Büscheln (aigrettes) erscheinen, und mit sehr intensivem Licht brennen. Diese Büschel bilden sich besonders, wenn das Eisen geschmolzen oder der Schmelzung nahe ist. Daher rührt es, daß, wenn der Schmidt aus Mangel an Geschicklichkeit die Eisenstange oft in das Feuer zurückbringt, um ihr die bestimmte Gestalt zu geben, sie sehr an Dicke verliert.

Es ist nicht nöthig, das Eisen auf eine so hohe T. zu bringen, um es zu oxydiren. Schon bei der Erhitzung bis zum Dunkelrothglühen wird es successiv schwarz, braunviolet, und nimmt um mehr als zwei Fünftheile seines Gewichts zu, vorausgesetzt, daß die Calcination lange genug fortgesetzt wird. Selbst bei der gewöhnlichen T. oxydirt es sich; nur muß der Srst. oder die atm. Luft, mit denen man es in Berührung bringt, feucht seyn. Jedermann weiß, daß die Gewehre bei Regenwetter ziemlich schnell rosten *), und daß ein Tropfen Wasser endlich einen gelben Fleck auf dem beßt polirten Stahle hervorbringt.

Unter den nicht metallischen verbrennlichen Körpern giebt es nur zwei, die man bisher noch nicht mit dem Eisen zu verbinden vermocht hat, den Wasserstoff und Stickstoff. Der Kohlenstoff, das Bor, der Phosphor, der Schwefel, das Selen, das Chlor und das Jod bilden mit ihm mehr oder minder innige Verbindungen. Dasselbe scheint mit den meisten Metallen der Fall zu seyn; alles spricht dafür, daß es der Vereinigung mit den meisten derselben fähig ist.

In der Kälte ist es ohne Wirkung auf das reine W.; nur im Glühen zersetzt es dasselbe.

Natürliches Vorkommen. — Das Eisen kommt unter vier verschiedenen Zuständen vor; gediegen, als Oxyd, als Salz (mit Schwefels., Kohlens., Phosphors. u. s. w.), endlich in Verbindung mit verbrennlichen Körpern, namentlich dem Schwefel. Wir betrachten hier blos sein Vorkommen im gediegenen Zustande.

Gediegen Eisen. — Bald findet man es auf Gängen, umgeben von Eisenoxyd und verschiedenen Salzen; bald in beträchtlichen Massen, welche vereinzelt an der Oberfläche der Erde, meist fern von Eisenbergwerken, liegen.

Das gediegne Eisen auf Gängen kommt nach Schreiber im Berg d'Ouelle bei Grenoble im Isére-Departement unter der Form verzweigter Stalaktiten [1]), umgeben mit Eisenoxyd, Thon und Quarz vor.

Nach Karsten findet sich auch gediegen Eisen zu Kamsdorf in Sachsen, eingesprengt in eine Masse von Eisenoxyd, kohlensaurem

---

*) Aikins und Perkins bedienen sich dünner Ueberzüge von Cautschuk, um das Eisen vor Rost zu schützen; ersterer trägt es geschmolzen dünn auf, letztrer streicht es in Terpentinöl aufgelöst mit einem Pinsel auf.

1) Die Stalaktiten sind Concretionen, welche sich gewöhnlich an der Wölbung unterirdischer Grotten oder Höhlungen bilden. Sie erhalten ihren Ursprung durch hineinsinterndes W., welches verdampft, und die Stoffe, welche es aufgelöst hält, nach und nach in Schichten absetzt.

Eisen und schwefels. Baryt: Klaproth, der es analysirt hat, fand es verbunden mit 0,06 Bley und 0,015 Kupfer. Auch ist es spröde.

Bergmann in seiner physischen Geographie spricht von einem Fragment gediegenen Eisens in hämmerbaren Adern, gefunden in einem Gange braunen Granats zu Steinbach in Sachsen.

Auch Proust versichert, Theilchen von gediegnem Eisen in Stücken Schwefeleisen aus Amerika gefunden zu haben.

Man sieht also, daß diese Art gediegen Eisen sehr selten ist, weßhalb auch einige Mineralogen an ihrem wirklichen Vorkommen noch zweifeln.

Wenn jedoch ein solcher Zweifel noch über diese erstere Art obwalten kann, so gilt dieß dagegen nicht von der zweiten, nämlich dem gediegenen Eisen in vereinzelten Massen.

Nicht allein wegen seiner Lagerung ist dieses merkwürdig, sondern auch deßhalb, weil es voll Höhlungen ist, in denen sich oft eine glasartige Masse findet, ohne daß sich eine Spur von Schlacke auf seiner Oberfläche oder dem Erdreich, auf dem es liegt, zeigt. Es kommt bei weitem weniger selten vor, als das gediegene Eisen auf Gängen. Eine Masse gediegen Eisen, 1500 Myriagrammen (41939 Pfund) schwer, wurde in einer ungeheuren Ebene des mittäglichen Amerika's im Bezirke von St. Yago del Estero im Tucumanischen, zum Theil in eine thonige Erde versenkt, gefunden. Das Eisen, woraus sie besteht, enthält eine sehr kleine Menge Nickel; es ist sehr hämmerbar.

Nach Humboldt giebt es auch in Peru und Mexico bei Toluca ähnliche Massen gediegenen Eisens, als die vorige.

Man sieht jetzt in der Sammlung der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg eine andere Masse gediegenen Eisens, 60 Myriagrammen (1600 Pfund) schwer, welche in Sibirien auf einer der erhabensten Stellen eines Schiefergebirges, zwischen den kleinen Flüssen Ulei und Sisim, in 20 Werst Entfernung vom Jenisei gefunden worden ist *). Die Tartaren glaubten, sie sey vom Himmel gefallen und sahen sie für heilig an. Das Eisen, woraus sie besteht, ist weiß, sehr hämmerbar und enthält nach Klaproth 0,015 Nickel.

Unter dem Pflaster der Stadt Aken bei Magdeburg hat man eine Masse gediegenen Eisens von 800 Myriagrammen (22367 Pfund) ent-

---

*) Sie ist von andern gediegen Eisen-Massen darin verschieden, daß alle Zwischenräume des ästig gebildeten Eisens mit Olivin ausgefüllt sind. Sie war mit einer schlackigen Rinde umgeben. Das Eisen ist in Ansehung des Nickelgehalts und der Geschmeidigkeit eben so beschaffen, wie andres unterirdisches Eisen, und der Olivin enthält dieselben Bestandtheile, wie die Steinart der gewöhnlichen Meteorsteine. Große Aehnlichkeit mit dieser Masse scheint das bei Eibenstock gefundene Stück gediegen Eisen zu haben. Chladni.

deckt, in welcher das Eisen nach Chladni die Beschaffenheit des Stahls hatte.

In Böhmen (zu Ellbogen) wurde eine Masse (unter dem Namen der verwünschte Burggraf bekannt) gefunden, welche der Sibirischen ähnlich ist (Sie wird jetzt zum Theil in Wien aufbewahrt).

Valerius spricht von einer solchen in Afrika von ungeheurer Größe, welche die Mauren benutzen, indem es sich ohne Weitres schmieden läßt.

Endlich erwähnen die Annales de Chimie et de Physique (tome II. pag. 379) einer Masse sehr weichen gediegenen Eisens von 28 Cubicfuß, welche im Jahr 1784 in Brasilien gefunden wurde. Sie liegt nach Morney zehn bis zwölf Fuß über dem Granitboden der Umgegend, unter 10° 20′ S. B. und 35′ 15″ O. L. von Bahia.

Lange Zeit hat man zwischen den mannichfaltigsten Vermuthungen über den Ursprung dieser Massen geschwankt, deren Anzahl die hier aufgeführten weit übersteigt. Jetzt indeß glaubt man annehmen zu können, daß sie aus der Atmosphäre herabgefallen sind. Diese Ansicht gründet sich auf ihre Lagerung und die in neuern Zeiten erlangte Gewißheit, daß wirklich Steine aus der Atmosphäre fallen, die nach Laugier's neuern Beobachtungen von derselben Beschaffenheit als die vorgefundenen Eisenmassen selbst zu seyn scheinen. (Ann. de Chim. et de Phys. t. IV. p. 363). Das Herabfallen solcher Steine ist weit häufiger, als man glauben möchte, wie sich aus folgender Uebersicht ergiebt:

Steinfälle, welche von 1785 bis 1815 beobachtet worden sind *).

Einige Steine im Eichstädtischen; den 19ten Febr. . .	1785
Stein in Rußland im Gouv. Charkow, d. 1. Oct. . .	1787
Steine in Frankreich herabgefallen	1788
Ein beträchtlicher Niederfall von Steinen bei Barbotan, Creon, Juliac u. s. w. zwischen Roquefort, Mezin und Causse, d. 24. Jul.	1790
Viele Steine gefallen bei Menabilly in Cornwallis, d. 20. Oct.	1791
Viele Steine gefallen bei Siena, d. 16. Jun.	1794
Mehrere Steine auf der Insel Ceylon, d. 13. Apr. . .	1795

*) Ein sehr vollständiges Verzeichniß der bis jetzt überhaupt bekannten Steinfälle von Chladni findet man in Gilb. Ann. XX. N. F. 1815. S. 228; XXIII. 1816. S. 369; XXIV. S. 329 und Zusätze von Blumhoff XXIII. S. 307. — Ich habe das Thenardsche mangelhafte Verzeichniß hieraus ergänzt.

Ein Stein von 56 Pfund bei Woldcottage in Irland d. 13. Dec. 1795
Ein großer Stein bei Belaja Zerkwa im südlichen Rußland. d.
4. Jan. 1796
Ein Stein von 10 Pfund in Portugal d. 9. Febr. . . . 1796
Ein Stein von 20 Pfund bei Sales im Dep. du Rhone, den 8.
12. oder 17. März 1798
Steine bei Benares in Bengalen, d. 9. oder 10. Dec. 1798
Steine in Schottland auf einem Berge am Loch Tay in Mit-
te Sept. 1802
Fall von 2000 bis 3000 Steinen bei l'Aigle im Dep. de l'Orne
d. 26. April 1803
Stein zu East-Norton, d. 4. Jul. 1803
Stein von 7 Pfund bei Apt in d. Provence d. 8. Oct. . . 1803
Stein*) von $3\frac{1}{4}$ Pfund zu Mässing bei Eggenfelde in
Bayern d. 13. Dec. 1803
Stein bei Glasgow in Schottland, d. 5. April . . . 1804
Großer Stein bei Doroninsk im Irkutskischen Gouvern.
in Sibirien d. 15. März 1805
Steine in Constantinopel im Julius 1805
Einige Steine bei Alais und Valence im südlichen Frank-
reich d. 15. März 1806
Stein bei Basingstoke in Hantshire, d. 17. Mai . . 1806
Stein von 160 Pfund bei Timochin in Rußland, im Smolens-
kischen Gouvernement, d. 27. Inni 1807
Viele Steine bei Weston in Connecticut in Nordamerika, d.
14. Dec. 1807
Einige Steine bei Borgo San Domino und Pieve di
Casignano im Parmesanischen d. 19. April 1808
Viele Steine**) bei Stannern in Mähren, d. 22. Mai. 1808
Einige Steine bei Lissa in Böhmen, d. 3. Sept . . . 1808
Ein Stein auf ein Schiff und mehrere ins Meer bei Norame-
rika, zwischen Block Island und St. Bart, d. 17. Juni 1809
Ein Stein in Nordcarolina, d. 4. Jan. 1810
Stein ***) in der Grafschaft Caswall in Neu Connecticut,
d. 30. Jan. 1810

---

*) Merkwürdig, weil er Theile enthält, die dem Olivin ähnlich sind, wie auch dunkelgraue Theile mit Krystallisationsflächen.

**) Enthalten kein Nickel und kein gediegen Eisen, und haben eine glänzendere Rinde, als die meisten andern Meteorsteine.

***) Man vermuthet, daß er der nämliche mit dem vorigen ist, und ein Irrthum einerseits im Datum Statt findet.

Drei Steine *) in der Gegend v. Charsonville bei Orleans d. 23. Nov. 1810
Ein Stein von 15 Pfund in Rußland, im Gouvernement von Pultava, im Dorfe Kuleschowka, d. 13. März . . 1811
Drei Steine unweit Burgos in Spanien bei Berlanguilas, d. 8. oder 18. Juli 1811
Steine bei Toulouse, 10. April 1812
Ein Stein bei Errleben zwischen Magdeburg und Helmstädt d. 15. April 1812
Steine bei Limerik in Irland, d. 10. Sept. 1812
Viele Steine bei Cutro in Calabrien d. 14 März . . 1813
Große Steine im Ekaterimoslawschen Gouv. im District von Bachmut in Rußland, d. 31. Febr. 1814
Steine bei Agen, d. 5. Sept. 1814
Fünf und zwanzig Steine in Doab in Ostindien, d. 5. Nov. 1814
Stein bei Chassigny, Dorf in d. Champagne d. 3. Oct.[1]) 1815
Stein von d. Größe eines Hühnereyes bei Glastonbury in Sommersetshire, um Anfang August 1816
Stein von 7 Pfund auf dem Gute Slobotka im Juchnowschen Kreise im Gouvernement Smolensk, am 29. July . . . 1818
Stein von 47¾ Pfung am Ufer des Flusses Slucz im Dorfe Zaborrzca, im Volhynischen Gouvernement, im Kreise Nowogrod Wolynsky d. 30. März. 1818
Stein zu Lipna d. 30. Juni 1820
Stein zu Nobleborough in Maine in den vereinigten Staaten d. 7. Aug. 1823

Alle diese Steine, so wie die, vor 1785 gefallenen, haben im Allgemeinen das nämliche Ansehn. Ihre äußere Schicht ist schwarz, während ihre innern Schichten graulich weiß und voll eingesprengter metallisch glänzender Puncte erscheinen. Nach den Analysen von Howard, Vauquelin, Klaproth, Laugier, Stromeyer u. s. w. sind sie im Allgemeinen zusammengesetzt aus ungefähr 50 Kieselerde, 25 fast gänzlich oxydirtem Eisen, 5 bis 6 Magnesia, 4 bis 5

---

*) Diese, so wie die, am 31. Sept. 1808 bei Lissa gefallenen, unterscheiden sich von andern Meteorsteinen durch ihr geschichtetes Gefüge, indem die Hauptmasse von einer schwarzen, der Rinde etwas ähnlichen Substanz, gangartig durchsetzt wird. Bigot de Morogues zieht unter andern daraus die Folgerung, daß diese Steine schon vor ihrer Ankunft in unserer Atmosphäre müssen irgendwo als Gebirgsarten gebildet gewesen, und durch eine Kraft auf unsern Weltkörper geworfen worden seyn.

1) Ueber die, seit 1815 gefallenen Steine s. die Annales de Ch. et de Physik.

Ueb

der Bestandtheile der b

In der Masse von	1. Erden.				2.	
	a) immer vorkommende:		b) seltener gefundene:		a) immer vorgefu	
	Kiesel.	Talk.	Kalk.	Thon.	Eisen.	N
18. Maurkirchen	25,4	28,75	=	=	met. 2,33 ox. 40,24	
19. Mooresfort	48,25	9	=	=	39	1
20. Parma	50	19	=	=	ox. 28	ox
21. Pleskowitz	45,45	17,27	=	=	42,72	:
22. Poltawa	52	9,6	Spur	1,6	met. 10 ox. 18,4	
23. Sales	46	15	=	=	ox. 38	
24. Saurette	34	14,5	=	=	38,03	(
25. Siena 1:	46,66	22,5	=	=	34,64	
2:	44	22,5	=	=	met. 2,25 ox. 25	me
26. Sigena	66	20	Spur	=	5	(
27. Smolensk (Timochin) 1:	39	20	=	=	met. 17,75 ox. 17,50	1
2:	38	14,25	0,75	1	ox. 25 met. 17,60	
3, a:	36	14	0,5	1	44	
b:	34	15	0,5	0,5	43	
28. Stannern 1:	46,25	2,50	12,12	7,62	ox. 27	
2:	50	=	12	9	ox. 29	
3:	48,25	2	9,50	14,50	23	
29. Tabor 1:	45,45	17,27	=	=	ox. 42,72	ox.
2: in d. met. Subst.	=	=	=	=	12,5	
3: in d. erd. Subst.	25	9,5	=	=	ox. 23,5	
30. Verona	—	—	=	=	—	
31. Weston 1:	51,5	13	=	=	ox. 38	ox
2:	41	16	3	1	3	0
32. Wold-Cottage in d. met. Theilen	=	=	=	=	76,46	1
in d. erd. Theilen	50	24,66	=	=	ox. 32	

der Be

In der Masse von		1. Er: a) immer vorkommende: Kiesel.	Talk.	Nach der Analyse von
1. Agen		—	—	Vauquelin (d. quant. Verhältniß nicht bestimmt)
2. Agram		=	=	Klaproth
3. Aigle	1:	53	9	Fourcroy u. Vauquelin
	2:	0,46	0,1	Thenard
4. Alais	1:	21	9	Thenard
	2:	30	14	Vauquelin
5. Bachmut		44	18	Giese
6. Barbotan		48	13	Vauquelin
7. Benares				
1: im regul. Metall		=	=	
im Schwefelkies		=	=	Howard
in den Körnern		50	15	
in der Matrix		48	18	
2:		48	13	Vauquelin
8. Charkow	1:	48	22,05	Schnaubert u. Giese
	2:	51	20,5	Scherer
9. Charsonville		38,4	13,6	Vauquelin
10. Chassigny		33,9	32	Vauquelin
11. Doroninsk		40,50	9	Scherer
12. Eichstädt		37	21,5	Klaproth
13. Ensisheim	1:	42	14	Barthold
	2:	56	12	Fourcroy u. Vauquelin
14. Errleben	1:	39,5	26,5	Klaproth
	2:	36,320	23,584	Stromeyer
15. Lissa		43	22	Klaproth
16. Luce		55,5	=	Lavoisier
17. Mässing		31	28,25	Imhof

Schwefel, 2 bis 3 metallischem Nickel, 1 bis 2 wahrscheinlich oxydirtem Mangan, 1 bis 2 wahrscheinlich oxydirtem Chrom; Spuren von Kobalt. Einige jedoch enthalten weder Nickel noch Kobalt, aber Chrom hat sich bis jetzt in allen vorgefunden. (Laugier). Ein einziger enthält außer sämmtlichen genannten Bestandtheilen 2 bis 3 Kohlenstoff, der bei Alais gefundene nämlich, welchen ich analysirt habe. (Ann. de Ch. tom. LIX, pag. 103). Dieser Stein war in allen seinen Theilen schwarz und hatte ganz das Ansehn von Steinkohle. Erhitzte man ihn bis zum anfangenden Rothglühen, so verbrannte der zu seinen Bestandtheilen gehörende Kohlenstoff in sehr kurzer Zeit. Man kann daher annehmen, daß er beim Durchgange durch die Luft keiner so hohen T. wie die andern ausgesetzt gewesen war; und was diese Meinung bestätigt, ist, daß bei Behandlung aller andern Meteorsteine durch Säuren, ihre Kieselerde eine gallertartige Consistenz annimmt, ein Zeichen einer starken Calcination; während der diesem angehörige sich in Pulverform absetzt. (S. die Lithologie atmosphérique von Izarn; die Ann. de Chimie, die Ann. de Ch. et de Phys. und den catalogue chronologique des chutes de pierres von Bigot de Morogues.

† Folgende Tabelle enthält eine Uebersicht der Resultate der Analysen der bisher untersuchten Meteorsteine (aus Scherers nord. Ann. II. 2. H.)

Hiezu sind noch die Analysen der Meteorsteine von Lipna und von Zaborryca durch Horoduki, Prof. von Wilna, zu fügen; welche respectiv nach ihm enthalten Eisenoxyd 40 und 45 — Kieselerde 34; 41 — Magnesia 17; 14, 90 — Schwefel 6,8; 4 — Thonerde 1; 75 — Nickel 1, 5; 1 — Chrom 1; 0,75 — Kalk 50; 0,2 — Spuren von Kupfer und Mangan — Summa 161, 8; 109, 4.

Derselbe untersuchte zwei Varietäten von einem, im J. 1809 zu Brahin gefundnen, Meteoreisen, welche man unter dem Namen der bläulichen und weißen Varietät kennt; sie enthalten nach ihm reines Eisen 87, 35 und 91, 5 — Kieselerde 6,3; 3 — Nickel 2,5; 1, 5 — Magnesia 2, 1; 2 — Schwefel 1,85; 1 — Chrom 0,5; blos Spuren; Summa 100, 6; 99.

Der Meteorstein von Nobleborough enthält nach Webster Schwefel 18,3; Kieselerde 29, 5; Kalk Spuren; Thonerde 4, 7; Eisen 14,9; Nickel 2, 3; Chrom 4; Schwefel 18,3; Verlust 1,5.

Gewinnung des Eisens. — Man verschafft sich das metallische Eisen aus dem Eisenoxyd und dem khls. Eisen durch Calcinirung derselben mit Kohle. Das hiebei zu verfolgende Verfahren wird erst in der Folge (1224) ausführlich beschrieben werden. Für jetzt begnügen wir uns mit dieser Andeutung.

Die Anwendungen des Eisens in Künsten und Gewerben sind zu mannichfaltig und zu bekannt, als daß ihre Beschreibung hier Platz finden könnte. Wir begnügen uns hinsichtlich seines medicinischen Gebrauchs anzuführen, daß alle Eisenzubereitungen als stärkende, adstringirende, Mittel angewandt werden. (Namentlich sind die Eisenmittel die beßten Kräftigungsmittel für das Muskel- und arterielle Blutsystem. Sie machen zugleich den Stuhlgang härter und seltner und färben ihn schwarz; ihr anhaltender Gebrauch soll Verkleinerung der Leber und Milz bewirken. Sie gehören zu den wirksamsten Mitteln unter andern bei der Bleichsucht). Die Eisenpräparate, welche die Medicin in Anwendung zieht, sind 1) die Eisenfeile (limatura Martis s. ferri, ferrum pulveratum;) 2) das Eisendeutoxyd *); Aethiops martialis genannt 3) das Tritoxyd und das kohls. Eisen, unter dem Namen crocus martis adstringens und crocus martis aperitivus bekannt; 4) das neutrale schwefels. Eisen und das saure kohls. Eisen, in W. aufgelöst; Salze, denen die natürlichen Eisenwässer ihre vornehmsten Eigenschaften verdanken; 5) das salzs. Eisenoxydul und Eisenoxyd; 6) das essigs. Eisen; 7) das eisenhaltige Aepfel- und Quittenextract; 8) verschiedene eisenhaltige Tinkturen; 9) der eisenhaltige Weinstein oder Eisenweinstein, Kali tartaricum ferratum, Tartarus chalybeatus); 10) zuweilen verschreibt man auch den Eisensalmiak oder die eisenhaltigen Salmiakblumen, Ammonium muriaticum ferratum, flores salis ammoniaci martiales; d. i. das Sublimat, welches man erhält, wenn man Salmiak (salzs. Ammoniak) mit Eisenoxyd calcinirt, und welches nichts andres ist, als dieß Salz mit etwas Chloreisen verbunden. Endlich war ehemals noch die tinctura alcalina Stahlii in Gebrauch, die jedoch jetzt abgekommen ist.

Anwendung als Reagens. — Es dient vorzüglich zur Entdeckung auch der leisesten Spuren von Kupfer in seinen Auflösungen, und zur Abtrennung desselben in metallischer Gestalt. Selbst wenn die Menge des Kupfers so gering ist, daß das eisenblausaure Kali keine Anzeige mehr darauf giebt, wenn also die Auflösung nicht einmal $\frac{1}{8000}$ des Kupfersalzes enthält, wird ein blankes Stück Eisen noch mit einer kupferrothen Haut überzogen, die selbst nach dem Trocknen noch merklich ist. (Vers. über den Kupfergehalt von Meißner im deutschen Jahrb. der Phys. III. S. 25).

*) S. 426 und 427 über die verschiednen Oxyde des Eisens.

Vom Zinn (Stannum, étain, Sn = 73,53.)

144. Die Zeit, in welche die Entdeckung dieses Metalls, welches die alten Chemiker Jupiter nannten, fällt, ist eben so unbekannt als die des Eisens; während jedoch letztres allgemein verbreitet ist, findet sich das Zinn nur in einer kleinen Anzahl Ländern. Die schönsten Zinnbergwerke finden sich in Indien, England, Deutschland und Spanien, während man in Frankreich bisher noch keins hat auffinden können, welches den Anbau zu lohnen verspräche [1]).

Die verschiedenen Arten Zinn, welche im Handel vorkommen, stehen nicht in gleichem Werthe. Das reinste erhalten wir von Malacca (während Cornwallis in England das meiste liefert*); die andern enthalten immer etwas Kupfer und Bley. Marggraf hatte selbst im J. 1745 behauptet, daß das Zinn meistens einen bedeutenden Arsenikgehalt hätte, der seine Anwendung zu Küchengeschirr gefährlich mache; eine Meinung, welche jedoch durch die Versuche von Bayen und Charlard als ungegründet nachgewiesen worden ist. Beauftragt im J. 1781 vom Generallieutenant der Policey, Untersuchungen über diesen Gegenstand anzustellen, überzeugten sie sich, daß das Zinn von Malacca und Banca kein Atom Arsenik enthielte, die andern Zinnarten aber höchstens $\frac{1}{200}$ ihres Gewichts, oft noch weniger, welche Menge unvermögend ist, dem Zinn giftige Eigenschaften zu ertheilen. (Auch Thomson bestätigte durch seine Analyse von 10 Proben Zinn aus den Hütten von Cornwallis vollkommen, daß dieses Zinn weder Bley, noch Arsenik, noch Antimon, sondern nur eine ganz unbedeutende Spur von Eisen, zwischen $\frac{1}{1000}$ und $\frac{1}{10000}$, und eine eben so schwache Spur von Kupfer, nämlich $\frac{2}{1000}$ wo es am meisten betrug, und $\frac{1}{10000}$ im Minimum enthalte. Wenn das englische Zinn Bley oder Antimon enthält, so ist dieß nach Thomson Folge einer künstlichen Versetzung; und man kann nach ihm das ächte englische Blockzinn zum analytischen Gebrauch, wie zu andern Zwecken für reines Zinn nehmen. (Pfaffs anal. Chemie)**).

---

1) Indeß sind die Zinnbergwerke in Frankreich erst seit einigen Jahren entdeckt worden, und nach den erhaltenen Resultaten, kann man wohl glauben, daß wenn man in den Nachforschungen thätiger gewesen wäre, jetzt ein Bergwerk im Gange seyn würde, welches Frankreich mit vortrefflichem inländischen Zinn versorgte.

*) Von 1790 bis 1800 wurden in Cornwallis und Devonshire jährlich im Durchschnitt 64,900 Zentner Zinn erzeugt. In Sachsen beträgt die jährliche Zinnproduction nach Lampadius 2500 bis 3000 Zentner, in Böhmen nur einige hundert Zentner.

**) Vauquelin giebt folgende Merkmale für reines Zinn an. Reines Zinn ist silberweiß; zieht es ins Blaue oder Graue, so enthält es Kup-

Eigenschaften. — Das Zinn ist (bei der gew. T.) fest, dem Silber fast an Weiße gleichkommend. Es läßt sich gut zu dünnen Blättern ausschlagen, dagegen schlecht in Drähte ziehen. Es übertrifft das Bley bei Weitem an Härte und Glanz. Nach verschiedenen Richtungen gebogen, läßt es ein eignes Geräusch (cri de l'étain) hören (vom Zerreißen des Zusammenhangs seiner Theile herrührend); (auch giebt es gebogen oder gerieben, einen eigenen Geruch, der bisweilen lange an den Fingern festsitzt). Sein specifisches Gewicht ist 7,291 (und nach dem Auswalzen 7,299, und es ist im Allgemeinen, um so leichter, je reiner es ist. Es hat außerdem die Eigenthümlichkeit, daß, wenn man es mit einigen andern schweren Metallen zusammenschmilzt, das Gemenge nachher ein größeres spec. Gewicht, als dasjenige des schwerern Metalls erhält, welches Verdichtung nach dem Zusammenschmelzen anzeigt. Berzelius).

Das Zinn ist schmelzbar bei 210° *), aber nicht flüchtig.

Dad Zinn hat bei der gewöhnlichen T. keine merkliche Wirkung weder auf das Srstgas noch die atm. L. in trocknem Zustande; selbst nicht einmal, wenn sie feucht sind, oder wenigstens greift es sie kaum an: daher es auch in Berührung mit der Atmosphäre fast seinen ganzen Metallglanz behält; (doch bekommt es mit der Zeit eine, von

---

fer, Blei, Eisen, oder Antimon. Ein Gehalt von Arsenik macht es weißer aber zugleich härter. Bei der Biegung des reinen Zinns entsteht ein starker, einzelner Laut, da hingegen bei dem unreinen Zinn der Laut schwach ist und sich schnell wiederholt, woran Einmischungen von Blei und Kupfer besonders erkannt werden. Schneidet man ein Stück Zinn zur Hälfte ab und zerbricht es darauf, indem es hin und her gebogen wird, so verlängert sich das reine Zinn im Bruch, die Bruchflächen endigen sich in einer Spitze, haben eine matte weiße Farbe und ein weiches moosähnliches Ansehen. Bley, Kupfer und Eisen machen das Zinn leichter zerbrechlich und geben ihm einen grauen, körnigen Bruch. Eine der leichteren und sicheren Methoden, ein reines Zinn zu erkennen, ist, es zu schmelzen und zu einer platten Scheibe in eine Form von Stein oder Metall auszugießen. Ist das Zinn rein, so ist seine Oberfläche polirt und gleichsam amalgamirt; enthielt es aber Kupfer, Bley oder Eisen, so hat die Oberfläche eine matte, weiße Farbe mit noch matteren Flecken, die eine anfangende Kryftallisation anzeigen. Um zu erkennen, welche fremde Metalle das Zinn enthält, löst man es in Salzsäure auf. Setzt es braune Flocken ab, so enthält es Arsenik. Wenn die Auflösung des Zinnes in Königswasser mit Blutlauge einen weißen Niederschlag giebt, so ist das Zinn rein. Ein blauer Niederschlag zeigt Eisen an, ein purpurfarbner Kupfer, und ein veilchenblauer sowohl Eisen als Kupfer. Ein Niederschlag mit schwefelsaurem Natron zeigt Blei an. (Berzelius Chemie).

*) Nach Creightons Versuchen schmilzt das Zinn bei 438°, aber einmal geschmolzen, läßt es sich zu 225½° abkühlen, ehe es zu erstarren anfängt, in welchem Fall es auf einmal auf 228° steigt und unter langsamer Abkühlung unregelmäßig anschießt. (Berzelius). Auch wird das Zinn nach Berzelius Angabe bei einer sehr starken Hitze langsam verflüchtigt.

anfangender Oxydation herrührende, mattere Farbe und einen Strich ins Gelbe, welches ein anfangendes Anlaufen mit Regenbogenfarben zu seyn scheint. Berzelius).

Ganz anders verhält es sich mit seiner Wirkung auf diese Gasarten bei erhöhter T. Man thue 30 bis 40 Grammen Zinn in einen Scherben: setze diesen in einen Ofen, erhitze ihn bis zum Rothglühen, und wenn man von Zeit zu Zeit mit einem Spatel die Oxydschicht entfernt, womit sich das geschmolzene Zinn bald zu überziehen anfängt, so wird man binnen einigen Stunden alles Zinn oxydirt erhalten. Das recht reine Oxyd wird eine weißgraue Farbe haben und ungefähr ein Viertheil mehr als das Metall wiegen. Durch eine solche Calcinirung des Zinns in einem Reverberirofen und Zusatz von etwas Bley, bereitet man die sogenannte Zinnasche, deren man sich bedient, den Spiegeln eine gewisse Politur zu ertheilen. Der Zusatz von Bley beschleunigt die Operation.

Die Verschluckung des Srsts durch das Zinn läßt sich auch sehr gut in einer kleinen gekrümmten Glocke nach der zuvor (132) beschriebenen Art darthun [1]).

† Bringt man ein wenig Zinn auf Kohle in die Flamme des Löthrohrs, bis es zum Weißglühen kommt, und läßt dann die brennende Kugel schnell auf den Boden oder auf ein Blatt Papier fallen, dessen Kanten man aufwärts gebogen hat, so zertheilt es sich in viele kleinere Kugeln, die mit einem sehr klaren Lichte brennen und mit einer hüpfenden Bewegung einige Augenblicke herumlaufen, was ein sehr schönes Schauspiel gewährt (Berzelius Chemie).

Von den neun einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern sind nur fünf, welche sich mit dem Zinn verbinden, nämlich der Phosphor, der Schwefel, das Selen, das Chlor und das Jod, dagegen scheint es mit der größten Zahl von Metallen Legirungen bilden zu können.

Das Wasser wird vom Zinn nur bei starker Glühhitze gut zersetzt.

Natürliches Vorkommen. — Das Zinn findet sich unter zwei Zuständen in der Natur, als Oxyd und als Schwefelzinn. Einige Mineralogen haben behauptet, man fände es auch in gediegenem Zustande und zu Gunsten dieser Behauptung die Auffindung zerreiblicher, mit Körnern hämmerbaren Zinns angefüllter Massen in Cornwallis, und Epieux bei Cherbourg angeführt. Indeß hat man di:=

1) Das Zinn in Blättern brennt selbst, sich mit einem schwachen Lichtschein umgebend, wenn man es einem brennenden Lichte nahe bringt.

ses Zinn als ein, seit geraumer Zeit in der Erde vergrabenes, Kunstproduct angesehen.

Gewinnung. — Da das Schwefelzinn sehr selten ist und immer eine große Menge Kupfers enthält, so benutzt man zur Gewinnung des metallischen Zinns blos sein Oxyd, von dem sich große Ablagerungen in England, in Indien u. s. w. finden. Der Proceß dabei gründet sich auf die schnelle Reduction des Oxyds durch Kohle (S. das dabei zu verfolgende Verfahren (1223).)

Nutzen. Der Anwendungen des Zinns sind sehr viele. Mit Kupfer in verschiednen Verhältnissen verbunden bildet es die Legirung, aus der Kanonen und Glocken gegossen werden. Mit dem Doppelten seines Gewichts Bley vereinigt giebt es das sogenannte Schnelloth der Klempner. In die Gestalt dünner Blätter gebracht und mit Quecksilber amalgamirt, dient es zur Spiegelfolie. Durch Ueberziehung von Eisenblech mit Zinn erhält man das Weißblech. Durch Behandlung mit einem Gemisch aus Salzs. und Salpeters. wird das salzs. Zinn bereitet, welches seine Anwendung vorzüglich beim Scharlachfärben findet. Das Zinn macht einen Bestandtheil des Musivgoldes oder Zinnpersulfurids aus. Wer weiß nicht, daß die gewöhnliche Verzinnung in einem ganz dünnen Ueberzuge dieses Metalls über Kupfer besteht? Auch haben wir schon bemerkt, daß die Zinnasche, die den Spiegeln durch Reiben eine gewisse Politur zu verleihen vermag, durch Calciniren des Zinns mit etwas Bley gewonnen wird. Und wie vielfach ist nicht der Gebrauch des Zinns zur Verfertigung verschiedener Gefäße und Instrumente.

Ehemals endlich bediente man sich des Zinns auch in der Medicin; es machte einen Bestandtheil des berühmten Lilium Paracelsi, der potio antihectica Poterii u. s. w. aus. Manche Aerzte wenden es jetzt noch in Gestalt feiner Feilspäne als wurmwidriges Mittel an.

Anwendung als Reagens. — Das Zinn dient 1) vorzüglich zur Niederschlagung einiger Metalle aus einigen ihrer Auflösungen. 2) Das Daseyn des Titans in einer salzsauren Auflösung wird durch eine nach einigen Minuten entstehende Rosenfarbe, welche zuletzt in ein schönes Amethystroth übergeht, die sich um ein hineingestecktes Zinnstäbchen zeigt, angezeigt; doch muß das Gläschen, in welchem sich das Zinnstängelchen befindet, verschlossen seyn. (Klaproth Beitr. I 239 und Rose in Gilb. Ann. 1823 I. S. 67). Auch zeigt sich diese Farbenveränderung bei bedeutendem Säureüberschuß nicht. — 3) Es dient endlich zur Bereitung zweier wichtiger Reagentien, des salzsauren Zinnoxyduls und salzsauren Zinnoxyds.

Vom Kadmium (Cadmium Cd. = 69,68).

144 bis. Die Entdeckung des Cadmiums ist noch ganz neu; sie datirt sich nämlich erst von 1818, wo sie von Stromeyer und Hermann fast zu gleicher Zeit bei Untersuchung eines gelblichen Zinkoxyds gemacht wurde, (welches nach seiner Auflösung in Säuren mit Schwefelwasserstoffgas einen gelben, dem Operment ähnlichen, Niederschlag gab, und deshalb anfangs für arsenikhaltig angesehen ward).

Es ist bisher noch nicht anders als in Zinkerzen gefunden worden; nämlich in mehrern Varietäten von Galmey und Blende*) (236, 524). Der Galmey enthält es unstreitig im Oxydzustande, die Blende als Schwefelmetall. Es geht in ihre Zusammensetzung höchstens zu einigen Hunderttheilen ein. Um es daraus zu erhalten, löst man (nach Stromeyers Verfahren) die kadmiumhaltigen Zinkerze erst in schwacher Schwefels. in der Hitze auf, und läßt einen Ueberschuß von Schwefelwssstgas durch die filtrirte und abgekühlte saure Aufl. streichen. Das Schwefelwssstgas zersetzt das Kadmiumoxyd und bildet mit ihm Wasser und Schwefelkadmium, welches sich niederschlägt, gewöhnlich mit etwas Schwefelzink und selbst Schwefelkupfer gemengt, wenn das Erz, wie manchmal der Fall ist, eine gewisse Quantität von letzterm Metall enthält. Der Niederschlag wird gesammelt, wohl gewaschen und in conc. Salzsäure, ebenfalls mit Hülfe der Hitze, von Neuem aufgelöst. Hiedurch entsteht, vermöge Zersetzung des Wassers, Schwefelwasserstgas, welches wegen der Temperatur ohne Wirkung auf die Fl. ist und salzs. Kadmium nebst salzs. Zink, welche fast bis zur Trockniß verdampft werden müssen, um die überschüssige S. zu verjagen. Dann gießt man W. auf den Rückstand, und setzt kohlens. Ammoniak im Ueberschuß zu. Dieß giebt durch seine Wirkung auf die salzsauren Metallsalze zur Entstehung von salzs. Ammoniak, kohlens. Zink und kohlens. Kadmium Anlaß, von denen das erste im kohlens. Ammoniak aufl. ist, das zweite nicht. Man braucht also die Fl. nur zu filtriren um das kohls. Kadmium zu erhalten. Dieß wäscht und trocknet man, mengt es darauf mit etwas Oel und Ruß, und erhitzt es fast bis zum Rothglühen in einer gläsernen Retorte. Hiedurch wird das Metall reducirt und sublimirt in den Hals der Retorte über, von wo es sich leicht ablösen läßt, um es dann, wenn man will, zum Metallkorn zu schmelzen.

† Wollaston giebt folgendes Verfahren an: aus der salzs. Auflösung des Zinksalzes, in dem man einen Kadmiumgehalt vermu-

---

*) Man hat es nach der Zeit auch zu Derbyshire in flußkiesels. Zink gefunden. (Ure chem. Handw. Art. Cadmium).

thet, fälle man alle andern metallischen Unreinigkeiten durch Eisen, filtrire die Flüssigkeit und senke in die klare Auflösung eine Zinkstange. Ist Kadmium anwesend, so wird es in metallischem Zustande gefällt. (Ure chem. Handw. Art. Kadmium).

Eigenschaften. — Das Kadmium ist fast eben so weiß, als das Zinn; geruch- und geschmacklos, sehr glänzend und einer schönen Politur fähig. Es färbt an den Körpern, mit denen man es reibt, ab; läßt sich leicht feilen und mit dem Messer schneiden, und nimmt an seiner Oberfläche beim Uebergange aus dem tropfbaren in den festen Zustand ein verworren krystallinisches farrenkrautblattähnliches Ansehn an. Seine Krystalle sind Octaeder; sein Gefüge dicht, (sein Bruch hackig). Es ist hinlänglich geschmeidig, um sich in feine Drähte ziehen und zu sehr dünnen Blättern walzen zu lassen. Sein spec. Gew. ist vor dem Hämmern 8,6040, und nach dem Hämmern 8,6944 bei 13° R.

In einer Glasretorte der Hitze ausgesetzt schmilzt es noch vor dem Rothglühen, und verwandelt sich selbst unter dieser T. in einen geruchlosen Dampf, der sich im Halse des Gefäßes zu glänzenden und beim Erstarren deutliche Spuren von Krystallisation zeigenden Tröpfchen verdichtet.

In der Kälte ist es ohne Wirkung auf das Srstgas und die atm. L., mögen sie trocken oder feucht seyn. Erhitzt man es aber zu gehörigem Grade in Berührung mit einem dieser Gase, so verbrennt es zu einem Oxyd, welches unter Gestalt eines bräunlichgelben Dampfes erscheint. Dieß Oxyd ist das einzige, welches das Cadmium zu bilden vermag.

Man hat das Cadmium bisher nur mit vier verbrennlichen nicht metallischen Körpern zu verbinden vermocht, nämlich dem Phosphor, dem Schwefel, dem Chlor, dem Jod; dagegen ist es fast mit allen Metallen legirt worden.

Wahrscheinlich zersetzt es das W. in der Glühhitze (129).

Wegen seiner Seltenheit ist es außer Gebrauch (S. die Abhandlung von Stromeyer in Gilb. Ann. XLIX. 87. Schweigg. J. XXI. Ann. de ch. et de phys. t. XI. p. 76; s. auch eine Abhandlung von Herapath über die Gewinnung des Cadmiums Ann. de ch. et de phys. t. XXI, p. 217).

Von den Metallen des vierten Abschnitts.

Zu den Metallen des vierten Abschnitts gehören diejenigen, welche das W. weder in der Kälte noch in der Wärme zersetzen, das

Sauerstoffgas bei einer mehr oder minder hohen T. absorbiren, und deren Oxyde sich durch den Voltaischen Apparat und verschiedene verbrennliche Körper reduciren lassen, nicht aber durch die Hitze allein. Man theilt sie in zwei Abtheilungen: und zwar bringt man in die erste die, welche fähig sind Säuren zu geben, in die letzte die, welche blos Oxyde darstellen können. Der erstern sind fünf: das Arsenik, das Molybdän, das Chrom, das Wolfram und das Columb; der zweiten zehn: das Antimon, das Uran, das Cer, das Kobalt, das Titan, das Wismuth, das Kupfer, das Tellur, das Nickel und das Bley. Doch möchten vielleicht mehrere der letztern, namentlich das Antimon, das Titan und das Tellur richtiger unter die Klasse der der Säurebildung fähigen Metalle zu rechnen seyn (S. Th. II.).

Vom Arsenik *) (Arsenicum, Arsénic, As = 47,038).

145. Wie es scheint wurde das Arsenik zuerst im J. 1733 von Brandt als ein eigenthümliches Metall betrachtet. Es wurde darauf von Macquer im J. 1746; von Monnet im J. 1773; von Scheele im J. 1775 (Scheele de arsenico ejusque acido; in opus. II. 28), von Bergmann im J. 1777 und seitdem von mehrern neuern Chemikern weiter untersucht, so daß man hinsichtlich der Kenntniß seiner Eigenschaften jetzt ziemlich im Klaren ist, oder wenigstens nicht viel mehr hinsichtlich derselben zu wünschen übrig bleibt.

Dieß Metall war ehemals unter dem Namen Arsenikkönig bekannt, und sein Oxyd (gewöhnlicher als arsenige Säure angesehen) wurde (weißes) Arsenik oder Giftmehl genannt. Auch versteht der gemeine Sprachgebrauch noch unter den beiden letztern Benennungen nicht das reguliniſche Metall, sondern das Oxyd (die arsenige Säure).

Eigenschaften. — Das Arsenik ist fest, stahlgrau, höchst spröde (und seinen Legirungen die Sprödigkeit mittheilend; seine Härte steht zwischen Kalk- und Flußspath). Seine Bruchfläche ist glänzend, wenn sie frisch ist, alt dagegen glanzlos, sein Gefüge körnig und manchmal etwas blättrig oder vielmehr schuppig. Zwischen den Händen gerieben, theilt es ihnen einen merklichen Geruch mit; dagegen ist es geschmacklos. Sein spec. Gewicht ist 8,308 nach Bergmann. Es ist ein Gift, mit dem man nicht vorsichtig genug umge-

---

*) Kastner hat für die chemische Nomenclatur den Namen Arsen statt Arsenik vorgeschlagen, weil arsenigsauer und arsenikſauer, die von letzterm abgeleitet werden, durchs Gehör schwer zu unterscheiden sind.

hen kann. Einer Hitze von ungefähr 180° unter dem Druck der Atm. ausgesetzt, sublimirt das Arsenik langsam ohne zu schmelzen und krystallisirt beim Erkalten zu Tetraedern (oder sehr regelmäßigen Oktaedern). Auch über 100° unter dem nämlichen Druck sublimirt es sich noch, ohne zu schmelzen, und zwar um so schneller, je höher der Hitzegrad ist. Dieser Versuch läßt sich leicht anstellen, indem man eine kleine krumme Glasglocke mit Quecksilber anfüllt, Stickgas hineintreten läßt, Stücken Arsenik in den obern Theil der Glocke bringt, und sie mit der Weingeistlampe erhitzt (Taf. XIII. Fig. 3.). Bald nämlich verflüchtigt sich das Arsenik, ohne aus dem festen Zustande in den tropfbaren überzugehen, und setzt sich in einer ausnehmend glänzenden metallischen Schicht ab, in der sich eine Menge kleiner Krystalle unterscheiden lassen. Große Krystalle lassen sich nur dadurch erhalten, daß man mit einem Hundert Grammen Arsenik operirt, den Versuch in einer steingutnen Retorte anstellt, und die Sublimation nicht übereilt (9).

Der beßte Weg, das Arsenik zu schmelzen, scheint der zu seyn, daß man es unter einem viel beträchtlichern Druck, als dem atmosphärischen erhitzt. Einmal geschmolzen kann man es dann in Stangen oder Platten gießen. Sein Schmelzgrad steht dem des Tellurs sehr nahe.

Bei der gewöhnlichen T. wirkt das Arsenik auf das Sauerstoffgas und die atm. Luft nur, wenn sie feucht sind [1]); mit beiden ist die Wirkung langsam und das entstehende Product ein schwarzes Protoxyd. Bei erhöhter Temperatur dagegen erfolgt eine starke Wirkung auf das Sauerstoffgas, mag es trocken oder feucht seyn; das Gas wird rasch verschluckt; es entsteht weißes Deutoxyd (arsenige Säure) welche sich sublimirt, mit Entwickelung von Wärme und bläulichem Lichte. Die Wirkung des Arseniks auf die atm. Luft unterscheidet sich von der auf das Sauerstoffgas nur durch ihre mindre Lebhaftigkeit und darin, daß kein oder wenigstens nur sehr wenig Licht entwickelt wird. Der Versuch läßt sich sehr gut über Quecksilber in der kleinen krummen Glocke (Taf. XIII. Fig. 3.) anstellen. Man braucht zu diesem Behuf blos das Gas und das Arsenik hineinzubringen und allmälig Hitze mit der Weingeistlampe zu geben. Auch braucht man nur gepulvertes Arsenik auf Kohlen oder in einen glühenden Scherben zu werfen, um es sogleich in Gestalt sehr dicker weißer Dämpfe verflüchti-

---

1) Jedoch fand ich, als ich recht glänzendes Arsenik in Berührung mit Sauerstoffgas und atm. Luft, welche sich in trocknem Zustande befanden, gebracht hatte, daß das Metall nach Verlauf von 14 Tagen viel von seinem Glanze verloren hatte, was unstreitig nur von einer leichten Oxydation herrühren konnte.

gen zu sehen. Diese Oxyddämpfe, die sich nicht ohne Gefahr einathmen lassen, haben einen so vorstechenden Knoblauchs- oder phosphorartigen Geruch, daß man es für ein fast sichres Zeichen des Arsenikgehaltes eines Erzes ansehen kann, wenn beim Rösten desselben dieser Geruch in Begleitung einiger weißen Dämpfe zum Vorschein kommt.

Das Arsenik ist, wie das Kalium und das Tellur, der Verbindung mit dem Wasserstoffgas fähig; außerdem vereinigt es sich noch, wie die andern metallischen Substanzen, mit dem Phosphor, dem Schwefel, dem Selen, dem Chlor, dem Jod und fast allen Metallen.

Gepulvert mit Wasser in einem Schälchen in Berührung gebracht, wird es allmälig durch den Sauerstoff der darin enthaltenen atm. Luft oxydirt, und löst sich in hinlänglicher Menge darin auf, um Fliegen, die davon trinken, zu tödten.

Natürliches Vorkommen. — Das Arsenik ist eins der Metalle, die sich unter vier Zuständen in der Natur finden, in gediegenem Zustande, in Oxydzustande, im Zustande binärer Verbindung mit Schwefel und mehrern Metallsubstanzen, endlich im Zustande arsenikfauren Salzes.

Das gediegene Arsenik gleicht dem Arsenik, welches durch Sublimation aus Arsenikerzen erhalten wird, außer, daß es minder schwer ist, indem es nach Brisson nur 5,72 bis 5,76 wiegt. † Es kommt vor in nadelförmigen Krystallen in Büscheln zusammengehäuft; gestrickt, nieren- und röhrenförmig, kugelig, traubig, tropfsteinartig; in Platten, derben Massen, oft mit mannichfachen Eindrücken, oder durchlöchert, eingesprengt — auf Erzgängen, zumal da, wo mehrere derselben sich schneiden, im ältern Gebirge (Glimmer- und Thonschiefer, auch Gneiß, minder häufig Porphyr), sparsamer im Uebergangs- und Flötzgebirge, selten auf Lagern, fast nirgends in großer Menge — in Begleitung von Quarz, Kalk-, Baryt- und Flußspath, Chlorit, Realgar, Arsenik-Nickel, Arsenik-Kobalt, Bleyglanz, Arsenikkies, Silberglanz, gediegen Silber u. s. w. Man findet es namentlich in Frankreich zu St. Marie-aux-Mines, in Freiberg, Annaberg, Schneeberg, Marienberg in Sachsen, zu Joachimsthal in Böhmen, Cornwallis in England u. s. w. (Leonhard Handb. der Orytognosie). Es ist also nicht selten, aber fast niemals rein; meistens enthält es etwas Eisen, Spießglanz und manchmal selbst Silber und Gold.

Gewinnung. — Man gewinnt das reine Arsenik durch Calcinirung desjenigen, welches im Handel unter der Gestalt einer schwärzlichen und krystallinischen Masse vorkommt. Zu diesem Zweck thut man zwei bis drei hundert Grammen solchen Arseniks in eine langhalsige steingutne Retorte, stellt sie auf solche Art in einen Reverberirofen, daß fast der ganze Hals außerhalb des Ofens befindlich ist, verschließt

sie mit einem leicht durchbohrten Stöpsel und erhitzt sie allmälig bis zum Rothglühen. Das Arsenik sublimirt sich und legt sich beim Erkalten im Halse an, während das Eisen oder die andern Stoffe, die dem Arsenik beigemengt waren, auf dem Boden der Retorte zurückbleiben. Ist die Retorte erkaltet, so zerschlägt man sie, nimmt das Arsenik heraus, und bewahrt es in Flaschen voll Wasser, das man von Luft befreit hat, auf. Diese Flaschen müssen weite Oeffnungen haben und mit eingeriebenen Stöpseln verschlossen seyn; denn wollte man Kork zum Verschließen anwenden, so würde das Arsenik seinen Glanz verlieren, weil die Luft durch den Stöpsel dringen könnte.

Manchmal bereitet man auch in den Laboratorien das Arsenik aus dem weißen Arsenik (der arsenigen Säure), indem man einen Teig aus diesem Oxyd und aus Seife macht und im vorigen Apparate calcinirt. Dieß Verfahren indeß, von dem in der Folge die Rede seyn wird, ist weit langwieriger und minder praktisch als das vorige.

† Wirkung auf den thierischen Körper. — Die Verbindungen des Arseniks, namentlich mit Sauerstoff, gehören zu den stärksten Giften, indem sie nicht allein ätzend auf die unmittelbar mit ihnen in Berührung gebrachten Theile, namentlich die Magenhäute, wirken, sondern auch eine direct zerstörende Wirkung auf das Lebensprincip zu äußern scheinen. Wo Vergiftung durch in den Magen gekommenes Arsenik erregt ist, hat man zuvörderst, wenn noch keine Zeichen starker Entzündung vorhanden sind, Brechmittel anzuwenden, wozu man wegen seiner schnellen Wirkung am liebsten das schwefels. Zinkoxyd wählt; alsdann sind neutralisirende Mittel anzuwenden, namentlich Alkalien oder schwefelwasserstoffhaltiges Wasser. Erstere sind gewöhnlich leichter zu haben. Man braucht blos auf gewöhnliche Asche kochendes Wasser zu gießen und die Lauge mit Milch oder etwas dicker Hafersuppe zu mischen, den Kranken davon recht viel verzehren zu lassen, und immer die Dosis zu wiederholen, so oft sie durch Erbrechen wieder ausgeleert worden ist. In Ermangelung der Lauge kann man sich einer Auflösung von harter Seife bedienen, die zwar als neutralisirendes Mittel nicht so wirksam ist, aber zugleich als einhüllend wirkt.

Nutzen. — Der Anwendungen des Arseniks sind nicht viel. Mit Platin, Zinn und Kupfer verbunden bildet es eine Legirung, welche sich zur Verfertigung von Teleskopspiegeln eignet. Gepulvert in eine Schüssel gelegt und mit Wasser übergossen, dient es die Fliegen zu tödten. Bis in die letzten Zeiten ist es gebraucht worden, das Platin zu schmelzen und in Stangen zu bringen; es scheint jedoch, daß man hiebei des Arseniks entübrigt seyn kann. Durch Rösten der Erze, welche Kobalt mit Arsenik enthalten (Kobaltglanz, Speiskobalt)

verschafft man sich alles verkäufliche weiße Arsenik; durch Behandlung der nämlichen Erze endlich mit Salpetersäure wird das arsenikſaure Kobalt erhalten, dessen man sich zuweilen in den Porzellanfabriken zu Bereitung einer schönen azurblauen Farbe bedient. — † Auch in der Medicin wird das Arsenik, namentlich das weiße Arsenik, mit Vorsicht als ein zwar gefährliches aber höchst wirksames Mittel gegen Krebsgeschwüre innerlich und äußerlich, ferner gegen hartnäckige Wechselfieber und zuweilen gegen chronische Hautausschläge angewandt.

Vom Molybdän (Molybdaenum, Molybdène, Mo = 59,68).

146. Physische Eigenschaften. — Da man das Molybdän bisher nur erst in kleinen zusammengebackenen Körnern hat zu erhalten vermocht, weil es sehr schwer zu schmelzen ist, so sind seine physischen Eigenschaften nicht gehörig bekannt. Man weiß nicht, ob es den Metallglanz in einem hohen Grade besitzt, ist auch über seine Farbe nicht einstimmig (nach Berzelius weißgrau, mit einem Glanze zwischen Silber und Zinn). Blos so viel ist bekannt, daß es fest, feuerbeständig, spröde ist. Nach Hielm ist sein spec. Gewicht 7,400; nach Buchholz 8,611 (Thomson, tom. I.).

Geschichtliches. — Dieß Metall ist erst seit 1778 bekannt, und vorher hatte man daher auch keine richtige Kenntniß von der Zusammensetzung der natürlichen Schwefelverbindung des Molybdäns: die man damals Wasserbley (mine de plomb) nannte (und gewöhnlich mit dem Graphit verwechselte). Cronstedt schlug zuerst den Namen Molybdän dafür vor, den man jetzt dem Metall selbst beilegt. Qwist, der zuerst über das Wasserbley wichtige Untersuchungen anstellte (1. Bd. der Mémoires par Schéele, pag. 240, trad. franc.) entdeckte seinen Schwefelgehalt. Scheele, im weitern Verfolg dieser Untersuchungen glaubte das Molybdän als aus einer, durch den Schwefel neutralisirten, Säure bestehend ansehen zu können (1. Bd. der Mémoires par Schéele, pag. 236, trad. franc.). Bergmann, in der Ueberzeugung, diese Säure müsse metallischer Natur seyn, veranlaßte Hielm, Untersuchungen über diesen Gegenstand anzustellen. Hielm erhielt im J. 1782 zuerst das von Bergmann vermuthungsweise angenommene Metall (Journ. de phys. 1789). Pelletier endlich (Journ. de phys. 1785), Heyer (Annalen von Crell, 1787, II.), Hatchett (philos. Trans. 1796, 285) und einige andre Chemiker mittelten durch erneuerte Untersuchungen seine Eigenschaften ferner aus.

Chemische Eigenschaften. — Das Molybdän widersteht

dem Feuer unsrer beßten Schmelzöfen. Sehr wahrscheinlich hat es auf Sauerstoffgas oder atm. Luft, wenn sie im trocknen Zustande sind, keine Wirkung; man weiß nicht, ob es solche auf sie in feuchtem Zustande äußert. An freier Luft bis zum Rothglühen erhitzt, verwandelt es sich in eine weiße Säure, welche sich sublimirt; wonach es bei der Rothglühhitze Sauerstoff zu verschlucken und damit eine Säure zu bilden fähig ist. Der Versuch läßt sich in einer Porzellanröhre mittelst zweier Blasen anstellen, von denen die eine voll atm. Luft oder voll Sauerstoffgas, die andre leer ist. Man hat es bisher blos mit einer sehr kleinen Menge verbrennlicher Körper in Verbindung gebracht; nämlich dem Schwefel, dem Phosphor, dem Chlor und einigen Metallen.

Natürliches Vorkommen. — Das Molybdän findet sich im natürlichen Zustande nur mit Schwefel in Verbindung als Wasserbley (Molybdänglanz), und mit Sauerstoff und Bley als molybdänsaures Bley. Erstres kommt in den Urgebirgsarten eingemengt und auf gangartigen Lagerstätten, auch angeflogen auf den Klüften der Felsgesteine vor; und ist in den Alpen ziemlich häufig. Das molybdänsaure Bley wird namentlich zu Bleyberg in Kärnthen gefunden, außerdem noch an mehrern andern Orten.

Gewinnung und Nutzen. — Man verschafft sich dieß Metall aus seiner Schwefelverbindung, weil diese häufiger als das molybdäns. Bley und leichter zu behandeln ist. Zuerst kocht man sie mit Salpeters. um das Metall in Säure zu verwandeln, und reducirt alsdann die Molybdäns. durch Mengung mit Kohle und starke Erhitzung (1209 und 1210).

Vom Chrom (Chromium, Chrôme, Chr = 35,18).

147. Dieß Metall ist vorzüglich wegen seiner Eigenschaft merkwürdig, mit fast allen Körpern farbige Zusammensetzungen zu bilden, von denen manche sich mit großem Vortheil zur Malerei und auf Porzellan anwenden lassen. Dieser Eigenschaft verdankt es auch seinen Namen, welcher vom griechischen Worte χρωμα, Farbe, herkommt.

Geschichtliches. — Wir verdanken die Entdeckung des Chroms Vauquelin, der es im J. 1797 im rothen Bleyspath oder chromsauren Bley aus Sibirien auffand. Auch beruht unsre Kenntniß der Eigenschaften dieses Metalls fast allein auf seinen Untersuchungen; indem Klaproth, Mussin-Puschin (Ann. de Chim. tome XXXII, XXXIII und XXXIV); Gmelin (Ann. de Chim. tome

XXXIV und Godon (Ann. de Chim., tome LIII.) dieselben fast nur wiederholt, oder wenigstens nur Geringes hinzugefügt haben.

Eigenschaften. — Das Chrom ist fest, spröde, graulichweiß. Wegen seiner großen Schwerflüssigkeit hat man es erst als eine poröse Masse oder höchstens in einem kleinen schlecht geflossenen Korn zu erhalten vermocht. † Es ist nach Richter von 5,9 spec. Gewichte und kleinkörnigem Bruche, nach Vauquelin von verworren fasrigem Gefüge.

In der Schwerflüssigkeit kommt es dem Molybdän ziemlich gleich. Bei gewöhnlicher T. scheint es auf atm. Luft oder Sauerstoffgas weder wenn sie trocken, noch wenn sie feucht sind, zu wirken. Bei der Rothglühhitze verschluckt es das letztere und zersetzt das erstere, wodurch ein grünes Oxyd und ohne Zweifel Wärmeentwickelung, aber ohne Lichtentwickelung, entsteht. Man darf den Versuch nicht in einer Glasglocke anstellen, indem diese schmelzen würde, sondern bedient sich einer Porzellanröhre mit zwei Blasen, deren eine leer, die andre voll Sauerstoffgas ist (Taf. XV. Fig. 3.). Auch kann man das Chrom in einen Scherben thun, und diesen einer sehr hohen T. bei freier Luft aussetzen.

Schwefel, Phosphor und Chlor sind die einzigen nicht metallischen verbrennlichen Körper, deren Verbindung man mit diesem Metall bewerkstelligt hat; so wie es auch nur erst mit einer kleinen Anzahl von Metallen verbunden worden ist.

Seine Cohäsion ist so groß, daß es durch keine Säure angegriffen wird.

Mit Kali oder Natron jedoch in einem Tiegel erhitzt, verschluckt es schnell das Sauerstoffgas und geht sogar dadurch in den Zustand einer Säure über; denn es bildet sich eine gelbliche Zusammensetzung, die ein wahres Chromat (chromsaures Salz) ist.

Natürliches Vorkommen und Gewinnung. — † Das Chrom kommt nicht rein, sondern als natürliches chromsaures Bley (rother Bleyspath, Roth-Bleyerz) in Sicilien und Brasilien vor. Häufiger findet sich das Chromoxyd in Verbindung mit Eisenoxyd als sogenanntes Chromeisen in Frankreich, Steyermark, Böhmen, Schlesien, in Schweden, in Nordamerika, auf der kleinen Insel Vache's südlich von St. Domingo. Hibbert hat es erst unlängst auch auf der schottländischen Insel Unst entdeckt, wo es häufig mit grünem Chromoxyd überzogen vorkommt. Die reichsten Erze sind die amerikanischen, die europäischen sind viel ärmer. Chrom ist auch der färbende Bestandtheil des Smaragds, des Spinells, der böhmischen Granaten, so wie es auch in dem Platinerze und den Meteorsteinen gefunden worden ist (Scholz Chem. I. 485). — Das Chrom wird durch Cal-

cinirung seines Oxyds bei einer sehr hohen T. gewonnen. Es ist ohne Nutzen und schwer zu behandeln. Man bereitet es nur in sehr kleiner Menge (1209).

Vom Wolfram, Scheel oder Tungsten (Wolframium, Scheelium, Tungstenium, Tungstène, W = 120,77).

148. Geschichtliches. — Scheele analysirte im J. 1781 ein Mineral, welches unter dem Namen Tungsten oder Schwerstein bekannt ist, und schloß aus seinen Untersuchungen, es bestehe aus Kalk und aus einer Säure. Bergmann sahe diese Säure für metallischer Natur an, was aber zuerst durch die Gebrüder D'Elhuyart (mittelst wirklicher Reduction des Metalls) außer Zweifel gesetzt wurde. Diesen daher gebührt die Entdeckung des Wolframmetalls, wiewohl die beiden Schwedischen Chemiker sie schon ahnten.

Eigenschaften. — Das Wolfram ist fest, sehr hart, kaum durch die Feile angreifbar, spröde, glänzend, graulichweiß, wie das Eisen, fast eben so strengflüssig, als das Molybdän. Auch hat man noch kein gut geflossenes Korn daraus erhalten. Nach D'Elhuyart ist sein spec. Gewicht 17,6 (nach Buchholz 17,4).

Das Wolfram widersteht dem Feuer unsrer beßten Schmelzöfen. Bei der gewöhnlichen T. hat es keine Wirkung auf das Sauerstoffgas und die atm. Luft, wenn sie trocken sind; man weiß nicht ob sie im feuchten Zustande davon angegriffen werden. Beim Erhitzen des Wolframs an freier Luft bis zur Rothglühhitze oxydirt es sich und wird braun, welches zeigt, daß es bei erhöhter T. das Sauerstoffgas zu verschlucken vermag. Der Versuch läßt sich auf die, in (132) beschriebene, Weise anstellen. Bis jetzt hat man nur wenig verbrennliche Körper damit in Verbindung gebracht.

Natürliches Vorkommen, Gewinnung, Nutzen. — Man findet das Wolfram im Zustand wolframsauren Kalks und wolframsauren Eisens. Erstrer ist sehr selten, letztres weit häufiger. Alle beide kommen gewöhnlich in Begleitung von Zinnerzen vor. Man verschafft sich das Wolfram aus dem wolframsauren Eisen; eine Operation, die jedoch blos in den Laboratorien Behufs der Untersuchung der Eigenschaften dieses Metalls vorgenommen wird, da es ohne Nutzen ist.

Vom Tantal oder Columb (Tantalum, Columbium, Tantale, Ta = 182,31).

149. Geschichtliches. — Das Columbium, nach Christoph Columbus so genannt, wurde im J. 1801 von Hatchett in einem, aus Amerika kommenden, Mineral entdeckt (Ann. de Ch. tome XLI, XLII, XLIX.). Kurze Zeit darauf fand es Ekeberg in Schwedischen Mineralien, hielt es aber für ein noch neues unbekanntes Metall und gab ihm den Namen Tantal (Ann. de Chim. tome XLIII und LVIII.). Die Unterscheidung des Columds und Tantals als zweier verschiedenen Metalle fand sonach mehrere Jahre Statt; bis Wollaston im J. 1809 ihre Identität nachwies (Ann. de Ch. tome LXXVI.). Gahn, Berzelius und Eggertz, Schwedische Chemiker, haben es seitdem zum Gegenstande besondrer Untersuchungen gemacht, aus denen wir das Folgende schöpfen (Schw. J. XVI. 437).

Das Columb, wie es die Schwedischen Chemiker erhalten haben, ist dunkelgrau, mit einem Polirstahl oder mit Blutstein hart gestrichen, giebt es einen metallglänzenden eisenähnlichen Strich, und dieses geschieht auch, wenn es gegen einen feinen Wetzstein gestrichen wird; zerrieben wird es zu einem glanzlosen dunkelbraunen Pulver. Seine kleinsten Theile sind so hart, daß sie das Glas ritzen.

Das stärkste Schmelzfeuer bewirkt nur ein Zusammenbacken desselben, auch ist es immer porös, so daß sich seine Dichtigkeit nicht bestimmen läßt. Bei der gewöhnlichen T. ist es ohne Wirkung auf Srst. oder atm. Luft in trocknem Zustande; bis zum Rothglühen jedoch an freier Luft erhitzt, verglimmt es ohne Flamme, absorbirt einige Hunderttheile Srst. und verwandelt sich in ein graulich weißes Pulver.

Man kennt nur eine Verbindung desselben mit Srst., welche eine schwache Säure ist, die wir in der Folge als Columbs. oder Tantals. kennen lernen werden.

Von nicht metallischen verbrennlichen Körpern ist die Verbindung bis jetzt blos mit dem Schwefel geglückt, obwohl schwierig. Mit mehrern Metallen scheint sich das Tantal ziemlich leicht zu legiren.

Es wird durch keine Säure angegriffen, selbst nicht durch Salpetersalzs. oder Königswasser.

Calcinirt man es dagegen stark mit Kali oder Natron in einem offenen Tiegel so bildet es damit ein columbsaures Salz.

Natürliches Vorkommen. — Das Columb findet sich nur im Zustand einer Säure, bald mit etwas Eisenoxyd und Manganoxyd, bald mit Yttriumoxyd oder Yttererde in Verbindung. Diese natürlichen Verbindungen sind jedoch sehr selten (S. (567) Columbsäure).

Gewinnung. — Man verschafft sich das Metall dadurch, daß man die Columbsäure, welche weiß und unauflöslich ist, mit Kohle mengt und einem starken Schmelzfeuer aussetzt (1209 und 1210. Ein Nutzen desselben ist nicht bekannt.

Vom Spießglanz oder Antimon (Antimonium, Stibium, Antimoine, Sb = 53,76).

150. Geschichtliches. — Die Zeit der Entdeckung des Antimons ist nicht genau bekannt; allem Anschein nach jedoch war Basilius Valentinus der erste, welcher eine Reductionsart des Antimons beschrieb, in einem Werke, das zu Ende des 15ten Jahrh. erschien und den Titel führt: Currus triumphalis antimonii. Das Antimon ist eins der Metalle, an welchem die Alchemisten ihre unermüdliche Geduld am meisten erschöpft haben. Auch giebt es fast keinen Chemiker, der sich nicht damit beschäftigt hätte; daher die Menge Dissertationen und mediciniſcher Präparate, unter welchen letztern sich der Brechweinstein und der mineralische Kermes, zwei unsrer vorzüglichsten Heilmittel, finden. Man nannte es ehemals auch regulus antimonii, und seine Verbindung mit dem Schwefel antimonium crudum d. i. rohes Spießglanz.

Eigenschaften. — Das Antimonmetall ist fest, bläulichweiß, sehr glänzend, sehr spröde, leicht zu pulvern. Zwischen den Fingern gerieben theilt es ihnen einen merklichen Geruch mit. Es hat ein straliges, blättriges Gefüge. Man kann es in Cuben krystallisirt erhalten. Sein spec. Gewicht ist (nach Brisson) 6,7021, (nach Böckmann 6,72).

Das Antimon schmilzt unter der Rothglühhitze (nach Dalton bei + 345, nach Guyton Morveau bei + 410° R.); daher es sich in jeder Art irdener Tiegel schmelzen läßt. Wenn es geschmolzen ist und man es allmälig erkalten läßt, so giebt es ein Korn, welches an seiner Oberfläche eine Krystallisation zeigt, die die alten Chemiker mit der Gestalt von Farrenkrautblättern verglichen haben, und welche man in allen Brodten verkäuflichen Antimons bemerkt. Es ist nicht flüchtig, wenigstens verfliegt es nicht, wenn es in einem Reverberirofen, dessen Feuer durch eine Röhre von einem Meter Höhe verstärkt wird, in einer steingutnen Retorte erhitzt wird, deren Hals mit einer Röhre versehen ist, um den Zutritt der Luft zu verhüten. Höchstens findet man nach einigen Stunden unterhaltener Feuerung einige Grains Antimonmetall an der Wölbung der Retorte haften, deren Sublimation sich nach dem in der Note zu (131) Erörterten leicht erklären läßt.

Seine Wirkung auf das Erstgas und auf die atm. L. in trocknem Zustande bei der gewöhnlichen T. ist null, kaum merklich, wenn diese Gasarten feucht sind. Jedoch erfolgt in letzterm Fall wahrscheinlich eine schwache Oxydation, indem das Spießglanz an freier Luft immer etwas von seinem Metallglanz verliert.

Bei erhöhter T. wird das Erstgas leicht vom Antimon verschluckt, und dadurch die Entstehung eines sehr weißen Oxydes veranlaßt, mit Entbindung von Wärmestoff und von Licht. Der Versuch läßt sich über Queckſilber in einer krummen Glocke (Taf. XIII. Fig. 3) anstellen; man muß aber die Glocke bis ins Braunrothglühen bringen. Auch die atm. L. läßt sich auf diese Weise durch das Antimon zersetzen, wofern man nur das Metall mit einem Stäbchen herrührt: jedoch hat die Verbrennung dann ohne Lichtentwicklung Statt; und nur bei erneuertem Luftzutritt kann sie lebhaft werden. Eine solche lebhafte Verbrennung läßt sich leicht dadurch hervorbringen, daß man einige Grammen Antimon in einem kleinen Tiegel (oder auf Kohle vor dem Löthrohr) im Feuer stark zum Glühen bringt, und von 1 bis anderthalb Fuß Höhe auf den Boden oder einen Tisch fallen läßt; das Antimon zerfährt hiebei in eine Menge kleiner glühender Kügelchen, welche, von einem gemeinschaftlichen Mittelpunct ausgehend, einen leuchtenden Stern zu bilden scheinen und beim Hindurchgehn durch die Luft viel dampfförmiges Antimonoxyd verbreiten.*) Man darf zu diesem Versuch höchstens 8 bis 10 Grammen Antimon anwenden, und muß etwas erhöht über dem Boden dabei stehen, um nicht in den Bereich der kleinen glühenden Kügelchen zu kommen. Durch Calcinirung des Antimons in einem Tiegel und Auffangung der hiebei entstehenden Dämpfe in andern umgekehrten Tiegeln erhält man das Oxyd, welches man ehemals unter dem Namen flores antimonii kannte (537).

Von den neun nicht metallischen verbrennlichen Körpern sind blos fünf, der Phosphor, der Schwefel, das Selen, das Chlor und das Jod mit dem Antimon verbunden worden. Es scheint einer Legirung mit den meisten Metallen fähig zu seyn.

Natürlicher Zustand. — Das Antimon kommt unter vier Zuständen vor: 1) gediegen; 2) als Oxyd; 3) sehr häufig als Schwefelverbindung; 4) selten als geschwefeltes Oxyd.

Das gediegene Antimon findet sich hauptsächlich zu Andreasberg

---

*) Diese Eigenschaft, in solche Kügelchen zu zerspringen, theilt übrigens das Antimon mit andern leicht flüssigen und leicht entzündlichen Metallen, z. B. mit dem Wismuth und besonders mit dem Zinn. Berzelius.

im Harz, auf Gängen theils mit Antimon= theils mit andern Erzen, mit Kalkspath, mit Quarz u. s. w. es enthält nach Klaproth 0,01 Silber und Spuren von Eisen. Man findet es auch zu Allemont bei Grenoble, im Depart. der Isere (Schreiber) und zu Sahlberg in Schweden (Schwab).

Gewinnung. Man bereitet das Antimon aus dem Schwefelantimon. Dieß geschieht im Großen (1232) und das so erhaltene Metall geht in den Handel unter der Gestalt von Brodten über, welche an ihrer Oberfläche sehr auffallend die besprochenen Figuren zeigen.

Nutzen. — Durch Verbindung des Antimon mit ungefähr dem Vierfachen seines Gewichts Bley erhält man die Schriftgießermischung. Seinen pharmaceutischen Nutzen anlangend dient es zur Bereitung 1) der Spießglanzbutter oder des Antimonchlorids; 2) des Antimonoxyds; ehemals unter dem Namen flores Antimonii bekannt; 3) des antimonium diaphoreticum oder schweißtreibenden Spießglanzes.

Die pilulae perpetuae, deren man sich ehemals als Purgir= und selbst als Brechmittel bediente, waren nichts anders, als kleine Kugeln aus Antimon, die unverändert wieder mit abgiengen. Manchmal nahm man anstatt dieser Pillen weißen Wein, der einige Zeit in Bechern aus Antimon verweilt hatte, und vermöge seiner Säure einen Theil des Metalls, welches allmälig durch den Luftzutritt oxydirt worden war, aufzulösen vermochte.

Außerdem geht das Antimon in die Zusammensetzung des Brechweinsteins, des Kermes, des Goldschwefels, des Spiesglanzsafrans oder crocus metallorum, der Spießglanzleber und mehrerer andrer, großentheils veralteter, Zubereitungen ein.

† Obwohl die Spießglanzbereitungen je nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit sich in ihren Wirkungen auf den thierischen Organismus bedeutend unterscheiden, so kommen sie doch im Allgemeinen darin überein, daß sie sowohl die Thätigkeit der aushauchenden Gefäße, und dadurch die Ausdünstung der Haut und der Lunge, so wie die Secretionen des Darmkanals vermehren, als auch die Thätigkeit der einsaugenden Gefäße befördern, und deßhalb die Auflösung von Stockungen in denselben und allen drüsenartigen Organen in hohem Grade begünstigen; und in verhältnißmäßig starken Gaben gereicht Brechen und Purgiren hervorbringen. Vorzüglich häufig werden sie gegen Skropheln und Hautausschläge angewandt.

Vom Uran (Uranium, Urane, U = 157, 34).

151. Geschichtliches. — Das Uran, dessen Name von dem des Planeten Uranus abgeleitet ist, wurde von Klaproth im J. 1789 in einem Mineral, welches den Namen Pechblende führt, entdeckt. Dieß Mineral, welches schwärzlich ist, und in der Grube George Wagsfort zu Johann Georgenstadt in Sachsen gefunden wird, war vorher bald als ein Zinkerz, bald als ein Eisen- oder Wolframerz betrachtet worden. Unsre Kenntnisse über dieß eigenthümliche Metall verdanken wir hauptsächlich Klaproth, Richter Buchholz; Klaproth in seinen Beiträgen zur Kenntniß der Mineralk. II. 197; in Crells Annalen 1789. II. 327. — Buchholz in Gehlens J. IV. 17. 134. — Lecanut fils et Serbat im Journ. de pharm. Mars 1823; in der neuesten Zeit hat sich Arfwedson besonders damit beschäftigt Annal. of phil. avril, 1824).

Eigenschaften und Bereitung. — †Klaproth erhielt das Uran durch Reduction seines Oxyds mittelst Kohle in starker Hitze als eine graue, fest zusammenhängende, harte und poröse Masse, die, mit der Feile bearbeitet, Metallglanz und eine stahlgraue Farbe zeigte, in der Löthrohrflamme nur wenig verändert wurde und das spec. Gewicht 8,7 hatte. Richter erhielt durch Reduction des Oxyds mittelst Kohle, Kali und Kieselerde ein wohlgeflossenes Korn von glatter Oberfläche, stahlgrauer Farbe und mit Spuren einer netzförmigen Krystallisation, welches sehr spröde und von feinkörnigem Bruche war. Jedoch enthielt wahrscheinlich Klaproths Uran Kohle, und Richters zugleich Silicium und vielleicht Kalium. Buchholz stellte durch Reduction des Oxyds ebenfalls mit Kohle eine nicht geflossene, aber zusammengesinterte, Masse von kleinen, leicht trennbaren, schwach metallisch glänzenden Krystallen dar, die an der L. unveränderlich, sehr spröde waren, sich im Feuer entzündeten und zu grünem Oxyd verglimmten. Ihr spec. Gewicht war 9,00. Arfwedson hat gefunden, daß das Uranoxyd in einer gläsernen Röhre sehr leicht reducirt wird, wenn man einen Strom von Wasserstoffgas darüber leitet, während das Oxyd über der Flamme einer Weingeistlampe gelinde glüht. Es reducirt sich dabei leichter als Bleyoxyd. Im reducirten Zustande stellt es ein zimmtbraunes, gar nicht metallisches, Pulver dar. Nimmt man aber statt des Oxyds das saure Doppelsalz von Uranoxyd und Kali, und glüht es in einem Strom von Wsstgas, so schmilzt das Salz und das Uran wird aus dem geschmolzenen Salze reducirt, indem sich salzsaures Gas entbindet. Das reducirte Uran setzt sich dann in kleinen, regelmäßigen, oktaedrischen Krystallen ab, welche man

durch Auflösung des salzs. Kali's in Wasser rein ausscheiden kann. Diese Krystalle haben einen sehr starken Metallglanz und eine dunkelgraue, beinahe schwarze Farbe. Betrachtet man sie im Sonnenlicht durch ein Vergrößerungsglas, so findet man sie durchsichtig und dunkelbraun. Durch Pulvern verlieren sie ganz das metallische Ansehn und geben ein nicht metallisches, dunkelrothes Pulver, dessen dunklere Farbe, als die des für sich reducirten Oxydes, Arfwedson von größerer Dichtigkeit herleitet. Das metallische Uran hat daher die Eigenschaft mit dem Tantal, dem Titan und vielleicht mit einigen andern Metallen gemein, nur im krystallinischen Zustande metallisch zu erscheinen. In Schwefels. und Salzs. ist es unaufl. auch wenn die Säuren concentrirt sind. Von der Salpetersäure aber wird es leicht und mit Entbindung von Stickstoffoxydgas aufgelöst (Berzelius).

Bis jetzt ist das Uran nur mit wenig verbrennlichen Körpern in Verbindung gebracht worden.

Nat. Zustand. — Das Uran findet sich nur in kleiner Menge in der Natur, und zwar als Protoxyd und als phosphorsaures Peroxyd. Einen Nutzen desselben kennt man nicht.

Vom Cerium, Cer, Cerer (Cerium, Cererium, Cérium, Ce = 57,47).

152. Geschichtliches. — Das Cer ist eins der Metalle neuerer Entdeckung; sie wurde nämlich im J. 1804 von Berzelius in Verein mit Hisinger bei Untersuchung des Cerits gemacht (Annales de Ch., tome L. p. 135.). Die Versuche der Schwedischen Chemiker über dieß Metall wurden von Klaproth und Vauquelin wiederholt, abgeändert und erweitert (Annales d'Hist. natur. tome V. p. 405; Annales de Ch. tome LIV. p. 28. Klaproth, Hisinger und Berzelius in Gehlens neuem allg. J. d. Ch. II. 303. 397. — Vauquelin in demselben J. V. 189. — Hisinger in Schweigg. J. XVII. 424. — Laugier in Schweigg. J. XIX. 54).

Eigenschaften. — Das Cer ist fest, sehr spröde, von blättrigem Gefüge, graulichweiß, von unbekanntem spec. Gewicht.

Es ist fast unschmelzbar (doch erscheint es nach Clarke im Flämmchen des Knallgasgebläses als ein eisenfarbiges, hartes Metallkorn). Es läßt sich in kleiner Menge verflüchtigen. Bei der gewöhnlichen T. ist es wahrscheinlich sowohl auf das Sauerstoffgas als die atm. Luft im trocknen Zustande ohne Wirkung; man weiß nicht, ob es sie feucht angreift. Erhitzt man es an freier Luft bis zum Rothglühen, so oxydirt es sich und wird weiß, wonach es also bei erhöhter

T. das Sauerstoffgas zu verschlucken vermag. Man hat es bis jetzt unter den einfachen Körpern nur mit dem Schwefel, dem Chlor und einigen Metallen in Verbindung gebracht.

Natürliches Vorkommen. — Das Cer ist bis jetzt nur im Zustande verbundenen Oxyds gefunden worden, 1) mit Kieselerde, Eisenoxyd (und Kalk) im Cerit aus der Bastnaskupfergrube bei Ryderhytta in Westmannland; 2) mit den genannten Substanzen, Kalk und Thonerde im Allanit (auch Cerin genannt) in Grönland; 3) mit Flußsäure, Kalk und Yttererde im Yttrocerit von Fahlun *).

Gewinnung. — Man bereitet das Cer, da kein Nutzen desselben bekannt ist, blos Behufs der Untersuchung seiner Eigenschaften. In dieser Absicht wird sein Oxyd, nachdem es gereinigt worden, in einer hohen T. mit Kohle behandelt (1209).

Vom Kobalt (Cobaltum, Cobalt, Co = 36,90).

153. Geschichtliches. — Obwohl schon seit dem 15ten Jahrh. die gerösteten Kobalterze zur Blaufärbung des Glases angewandt wurden, so scheint man doch erst seit 1733 gewußt zu haben, daß sie ein eigenthümliches Metall enthalten, welches Brandt zuerst gefunden haben soll. Die hauptsächlichsten Untersuchungen über dieß Metall sind von Lehmann im J. 1762, von Bergmann 1780, von Tassaert 1798 (Ann. de Chim. tome XXVIII.), von Vauquelin 1800 (Journ. de Mines), von Proust (Journ. de Phys. tome LXIV.), von Laugier (Ann. de Chim. et de Phys. tome IX. p. 267) angestellt worden (S. auch J. G. Lehmanns Cadmiologie u. s. w. Königsberg 1761. 1766. — Fr. Kapfs Beiträge zur Geschichte des Kobalts u. s. w. Breslau 1792. — Tassaert in Scherers J. III. — Thénard in Scherers J. X. — Proust in Gehlens J. III. 410. — Laugier in den ann. de chim. et phys. 9. 267). † Den Namen Kobalt hat das Metall von Kobolt, worunter die Bergleute einen neckenden Berggeist verstehen, erhalten, weil die Erze des Kobalts durch ihr versprechendes Ansehn die Arbeiter oft täuschten.

Eigenschaften. — Das Kobalt ist fest, hart und spröde, in der Rothglühhitze jedoch, wie man behauptet, ziemlich geschmeidig,

---

*) Eine ausführliche Zusammenstellung der Untersuchungen über die Cerinmhaltigen Fossilien findet man in Scherers Nord. Annal. VII. 2. H. S. 172 ff.

von feinem und gedrängtem Korn; etwas minder weißer (röthlich-grauer) Farbe als das Zinn, vom spec. Gewicht 8,5384 (nach Tassaert; 7,811 nach Dalton; 8,7 nach Lampadius). Man hat es noch nicht krystallisirt erhalten, unstreitig, weil es sehr strengflüssig ist *). Es ist magnetisch, aber minder als das Eisen **).

Das Kobalt schmilzt ungefähr bei dem nämlichen Hitzegrade, als das Eisen, nämlich bei ungefähr 130° Wedgwood. Bei keiner, bis jetzt bekannten, T. läßt es sich verflüchtigen. Bei der gewöhnlichen T. zeigt es weder auf das Sauerstoffgas noch die atm. Luft im trocknen Zustande Einwirkung; wie es sich gegen die feuchten Gasarten verhält, ist unbestimmt. Bei erhöhter T. verbindet es sich mit dem Sauerstoffgas, so wie mit der atm. Luft unter Wärmeentbindung zu einem schwarzen Oxyde; welchen Versuch man auf die in (132) erwähnte Art anzustellen hat.

Das Kobalt ist bis jetzt nur mit einigen verbrennlichen Körpern verbunden worden, dem Phosphor, dem Schwefel, dem Chlor, dem Selen und mehrern Metallen.

Natürliches Vorkommen. — Das Kobalt findet sich unter drei Zuständen in der Natur: als Oxyd, als Sulfat und Arseniat, endlich verbunden mit mehrern verbrennlichen Körpern, namentlich dem Arsenik und Schwefel. Folgendes sind die Resultate der Analyse einiger Kobalterze: A des Tunaberger Glanzkobalts nach Klaproth; B des nämlichen nach Tassaert; C des grauen Kobalts von Skutterud und D des Arsenikkobalts von Riegelsdorf nach Stromeyer.

	A	B	C	D
Arsenik	0,555	0,490	0,4347	0,7422
Kobalt	0,440	0,367	0,3310	0,2031
Schwefel	0,005	0,065	0,2008	0,0089
Eisen	—	0,056	0,0323	0,0342
Kupfer	—	—	—	0,0016
	1,000	0,978	0,9988	0,9900

Gewinnung. — Man bereitet das Kobalt hauptsächlich aus dem Glanzkobalt von Tunaberg, weil er an diesem Metall am reichsten und leichter als die andern Erze zu behandeln ist. Das Kobalt wird im Oxydzustande daraus gezogen, darauf mit Kohle calcinirt;

---

*) Nach Berzelius schießt es beim Abkühlen in unregelmäßigen Prismen an, welche sich zeigen, wenn man, nachdem das Metall erstarrt ist, das in der Mitte zurückbleibende ausgießt.

**) Der Magnetismus des Kobalts ist jedoch wieder zweifelhaft geworden, indem, was man für reines Kobalt gehalten hatte, sich nachmals mit Eisenoxyd verbunden zeigte (Gilb. Ann. 1822. XI. N. F. S. 109).

oder man erhitzt auch das sauerkleesaure Kobalt stark in verschlossenen Gefäßen (1209. 1210 bis).

Nutzen. — Das metallische Kobalt ist ohne Nutzen; mehrere Zusammensetzungen aber, in die es eingeht, sind von wichtiger Anwendung, so namentlich das Kobaltoxyd und das arsenikfaure Kobalt, deren man sich zur Bereitung der Smalte, und Blaufärbung von Porzellan nnd Glas bedient.

Vom Titan (Titanium, Titane, Ti = 19,5 oder 77,82).

154. Geschichtliches. — Gregor, Geistlicher zu Menakan in Cornwallis, analysirte im J. 1781 ein sandähnliches graukörniges Fossil, das er bei Menakan gefunden hatte und schloß aus seinen Untersuchungen, dasselbe bestehe aus Eisen und dem Oxyd eines neuen Metalls, dem Kirwan den Namen Menachin gab. (Klaproth Beiträge zur Kenntniß der Mineralk. I. Journ. de phys. tome XL. p. 72 und 152). Ungeachtet der Richtigkeit der Gregorschen Untersuchungen, schienen sie doch bis 1797 ziemlich unbeachtet zu bleiben. Um diese Zeit wurden sie von Klaproth wiederholt, bestätigt und nachgewiesen, daß das Menachin das nämliche Metall sey, als das, welches er im J. 1795 im rothen Schörl oder Rutil aus Ungarn gefunden und Titan genannt hatte. Letztrer Name ist für das Metall beibehalten worden, während die Ehre seiner Entdeckung dem gelehrten Englischen Geistlichen bleibt. Fast alle unsre Kenntnisse über das Titan verdanken wir den Untersuchungen Gregors, Klaproths, Vauquelins, Hechts, (Peschier's, Roses). (S. Journal des Mines No. 15. — Gregory in Crells Annalen. 1791. I. — Lampadius in Crells Annalen. 1796. I. — Klaproth in seinen Beiträgen zur Kenntniß der Mineralk. I. — Laugier in Schweigg. J. XIX. 54. — Peschier in Annal. de ch. et de ph. XXI. 203. Rose de titanio ejusque connubiis cum oxygenio et sulphure. Kiliae 1821).

Eigenschaften. — Die physischen Eigenschaften des Titans sind nicht besser bekannt, als die des Molybdäns, weil man es bis jetzt noch nicht zu schmelzen vermocht hat. † Im Laufe des Jahres 1822 fand man bei dem Eisenwerke zu Morthyr Tydwill in England in der Eisenschlacke kleine rothe, glänzende, cubische Krystalle, die man für Schwefeleisen hielt, von welchen aber Wollaston entdeckte, daß sie reines metallisches Titan sind. Diese Krystalle saßen in einem geschmolzenen Eisenoxydulsilicat, aus dessen Höhlen sie hervorragten. Sie waren ganz klein und bildeten regelmäßige Cuben, von denen die

größten nur $\frac{1}{40}$ Cubikzoll groß waren. Einige zeigten Lücken, wie von ausgefallenen cubischen Stücken, wie man dieses oft beim Kochsalz bemerkt. Sie ritzten Agat ganz deutlich. (Berzelius.)

Das Titan ist unschmelzbar oder widersteht wenigstens dem Feuer unsrer beßten Schmelzöfen (auch die erwähnten Krystalle zeigten sich vor dem Löthrohr unschmelzbar). Wahrscheinlich hat es bei der gewöhnlichen T. weder auf das Sauerstoffgas noch auf die atm. Luft in trocknem Zustande Einwirkung; man weiß nicht ob es in ihrem feuchten Zustande auf sie wirkt. Durch Zutritt der atm. Luft in der Rothglühhitze wird es oxydirt und nimmt eine blaue Farbe an; wonach es also das Sauerstoffgas in einer erhöhten T. zu verschlucken vermag.

Bisher ist es mit keinem der einfachen nicht metallischen und nur mit einigen metallischen Körpern in Verbindung gebracht worden.

Es wird von keiner Säure angegriffen, oxydirt sich aber leicht, wenn es mit Kali oder Natron in einem Tiegel calcinirt wird, wo sich dann eine Zusammensetzung aus Titanoxyd und Alkali bildet. Diese Verschiedenheit in der Wirkung rührt unstreitig daher, daß die Verbindung dieses Metalls mit dem Sauerstoff vielmehr die Rolle einer Säure als eines Alkali's spielt.

Natürliches Vorkommen. — Das Titan ist bis jetzt (fast) nur im Oxydzustande vorgefunden worden. Selten findet sich dieß Oxyd rein, fast immer mit Eisenoxyd und Mangan, oder mit Kieselerde und Kalk in Verbindung. Man findet an ziemlich viel Orten Titanerze, aber niemals reichlich (545).

† Scherer giebt folgende Uebersicht der Titanhaltigen Fossilien (seine Nord. Annal. VII. 2. H. S. 200). Das Titan findet sich

a) fast rein (mit etwas Kieselerde) im: 1. Anatas (Oisanit, Octaedrit), 2. Rutil;

b) mit Erden (Kiesel-, Kalkerde und Eisenoxyd), 3. Sphen (Braun- und Gelb-Menakerz — Titangehalt: 0,33 bis 0,70);

c) mit Eisenoxyd und Erden (Kiesel-, Kalk-, Thon-, Zirkonerde), in den Eisentitanen: 4. Menakan (Titangehalt: 0,40 = 45), 5. Nigrin (Titangehalt: 50 = 85), 6. Iserin (Titanoxyd 28, Eisenoxydul 72 = 100. Klaproth);

d) mit Chrom im Platin;

e) mit Mangan und Eisen (Titanoxyd 12,25 — Eisenoxyd 79,25 — Manganoxyd 9,5 — in Norwegen nach Pfaff).

(Peschier hat Titanoxyd in mehrern Glimmerarten entdeckt. Gilb. Ann. 1822. X. 315. Auch das schwarze Pulver, womit der Goldstaub in Afrika fast immer vermengt ist, hat Beaufort als ein Titanhaltiges Fossil erkannt, dem Menakanit ähnlich. Fror. Notiz. 1825. No. 199).

Gewinnung und Nutzen. — Man erhält das Titan, von dem man übrigens keinen Gebrauch zu machen weiß, durch Abscheidung des Titanoxyds aus den Stoffen, mit denen es von Natur gemengt vorkommt, und starke Erhitzung mit Kohle.

Vom Wismuth (Bismuthum, Bismuth, Bi = 88,69).

155. Geschichtliches. — Wer das Wismuth entdeckt hat, dürfte sich schwer angeben lassen. Gewiß ist, daß man es wenigstens seit 1520 kennt, da in dem, zu dieser Zeit erschienenen, Werke von Agricola die Rede davon ist. Geoffroy der jüngere war der erste, der im J. 1753 in den Memoiren der Akademie eine für seine Zeit ziemlich vollständige Arbeit über dieß Metall herausgab. Die seit dieser Zeit darüber angestellten Untersuchungen betrafen nur eine nähere Bestimmung einzelner Eigenschaften desselben. Ehemals kannte man es unter dem Namen Markasit oder Aschbley (étain de glace).

Eigenschaften. — Das Wismuth ist fest, gelblich weiß (ins Röthliche spielend), sehr spröde; leicht zu pulvern, von blättrigem Gefüge. Es ist dasjenige Metall, welches am leichtesten und regelmäßigsten krystallisirt. Seine Krystalle sind Kuben, die sich gewöhnlich so zu einander anordnen, daß sie eine umgekehrte vierseitige Pyramide bilden, von der jede Fläche eine Art Treppe darstellt. Um diese schöne Krystallisation zu erhalten, muß das Wismuth recht rein seyn, und namentlich kein Arsenik enthalten [1]). Sein spec. Gewicht ist (9,67, nach vorsichtigem Hämmern aber) 9,8827. Das Wismuth ist eins der leichtflüssigsten Metalle; es schmilzt nach Newton bei 256° C. (nach Creighton bei 246°. Hat man es geschmolzen, so kühlt es sich zu 242½° ab, ehe es zu gestehen anfängt. Berzelius). Obwohl es von einigen Chemikern für flüchtig angesehen wird (Berzelius, Scholz, Pfaffs u. s. w. Chemie), kommt ihm diese Eigenschaft doch nicht wirklich zu: wenigstens, wenn man es sehr stark in einer steingutnen Retorte erhitzt, findet man nach der Operation nichts davon im Halse.

Bei der gewöhnlichen T. ist es auf Sauerstoffgas und atm. Luft

---

1) Das im Handel vorkommende Wismuth enthält manchmal Arsenik. Wismuth dieser Art läßt sich daran erkennen, daß es kleine Blättchen bildet, und insbesondre sich nicht vollkommen in überschüssiger Salpeters. auflöst; oder auch, daß es, in der Wärme mit dieser Säure behandelt, einen weißen unauflöslichen Niederschlag giebt, der nichts anders als arsenikfaures Wismuth ist.

im trocknen Zustande ohne Wirkung; dagegen wird es von ihnen, wenn sie feucht sind, angegriffen; denn es verliert durch ihre Berührung seinen Glanz.

Bei eintretender Schmelzung verschluckt es das Sauerstoffgas, und giebt damit ein gelblichgraues sehr schmelzbares Oxyd unter Entwickelung von Wärmestoff, und, wenn die T. dem Rothbraunglühen nahe kommt, auch unter Lichtentwickelung. Wahrscheinlich ließe sich der Versuch in einer krummen Glocke (Taf. XIII. Fig. 3.) anstellen; anstatt aber dann über Queckſilber zu operiren, welches sich mit dem Wismuth legiren, und durch die Hitze nicht wieder davon gehen würde, müßte man den Versuch über Wasser anstellen, das sich von der Oberfläche des Metalls durch die erste Einwirkung der Flamme verjagen ließe.

Die Wirkung des Wismuths auf die atm. Luft in der Hitze ist die nämliche, als die auf das Sauerstoffgas, abgerechnet die mindere Heftigkeit. Erhitzt man jedoch das Wismuth stark unter Luftzutritt in einem Tiegel, so erfolgt die Oxydation mit einer starken Entwickelung bläulichen Lichtes. Es bildet sich in diesem Fall ein gelbes Oxyd, welches sich in Gestalt ziemlich dicker Dämpfe verflüchtigt.

Die meisten Metalle vermögen sich mit dem Wismuth zu legiren. Unter den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern hat man bis jetzt nur den Phosphor, den Schwefel, das Selen, das Chlor und das Jod damit in Verbindung gebracht.

Natürlicher Zustand. — Das Wismuth findet sich unter drei Zuständen, 1) gediegen; 2) als Oxyd; 3) mit Schwefel und verschiedenen Metallen zugleich verbunden.

Das gediegene Nickel ist sehr selten, indem das Mineral, was man oft für solches nimmt, fast immer nur eine Zusammensetzung aus Wismuth und Arsenik ist. Man findet es auf diese Weise legirt oder rein in Frankreich in den Bergwerken von Bretagne; im Thal Ossau in den Pyrenäen; in Sachsen zu Freiberg und Schneeberg; in Böhmen zu Joachimsthal; in Schwaben zu Wittichen; in Schweden bei Loos und Lofasen u. s. w.

Nutzen. — Die Anwendung des Wismuths ist sehr beschränkt. Man bedient sich desselben fast nur zur Bereitung des basischen salpetersauren Wismuths (Schminkweiß, Perlweiß, magisterium Bismuthi), auch ist der Verbrauch desselben sehr gering; denn die Silber- und Kobaltbergwerke, aus welchen alles verkäufliche Wismuth kommt, liefern das Jahr über nur ungefähr fünf tausend Kilogrammen. (In der Medicin wird das magisterium Bismuthi als Mittel gegen den Magenkrampf gegeben).

Vom Kupfer (Cuprum s. Venus, cuivre, Cu = 79,14).

156. Geschichte und Gebrauch. — Das Kupfer, gleich dem Eisen schon seit den ältesten Zeiten bekannt, ist nach diesem vielleicht dasjenige Metall, welches am meisten Anwendungen erfährt. So bedient man sich desselben zur Verfertigung sehr mannichfacher Geräthschaften, Kessel, Kasserolen, Wannen, Röhren u. s. w. In Platten wird es zum Beschlagen der Schiffe angewandt. Mit Zink ungefähr im Verhältniß von 75 zu 25 verbunden, bildet es das Messing (laiton oder cuivre jaune); mit Zinn das Kanonengut und das Glockenmetall. Durch Calcinirung mit Schwefel wird zum Theil das im Handel vorkommende schwefelsaure Kupfer (Kupfervitriol, blauer Vitriol) erhalten. Auch zum Münzen wird das Kupfer angewandt. Das Kupfergeld besteht aus reinem Kupfer; das andre Geld aus Silber oder Gold, mit Kupfer legirt, so wie auch das Gold und Silber in allen Geräthschaften und Zierrathen, die daraus bestehen, mit Kupfer versetzt wird. Im Zustande der Reinheit würden nämlich jene edlen Metalle zu weich seyn, um die ihnen gegebne Gestalt lange unverändert zu behalten; dagegen sie durch Zusatz einer kleinen Menge Kupfer Härte erlangen. (Auch in der Medicin werden mehrere Kupferpräparate, doch seltner, angewandt).

Eigenschaften. — Das Kupfer, welches die alten Chemiker mit dem Namen Venus bezeichneten, ist fest, gelblichroth, sehr glänzend. Kaum in Berührung mit der Flamme färbt es sie grün. Gerieben erhält es einen unangenehmen Geruch. Es ist das klingendste Metall; zugleich eins der geschmeidigsten; indem es sich zu sehr dünnen Blättchen ausschlagen und zu sehr feinen Drähten ziehen läßt. Seine Tenacität ist geringer als die des Eisens, größer als die des Platins, Silbers, Goldes u. s. w. Hatchett fand für das spec. Gewicht des reinsten gegossenen Fahluner Kupfers 8,895 (Brisson giebt für geschmiedetes oder gewalztes Kupfer 8,878 an). Es krystallisirt schwer. (Bei langsamen Erkalten unter günstigen Umständen schießt es in Octaedern oder Würfeln an).

Das Kupfer schmilzt bei 27° W. (2030° R.); (nach Daniell bei 1118° R.). Seine Schmelzung kann demnach in einem gewöhnlichen Reverberirofen Statt haben, insbesondre, wenn ein Rohr von 12 bis 15 Decimeter Länge zu Hülfe genommen wird. Es ist nicht flüchtig; (doch soll es sich nach andern langsam bei hohen Hitzegraden verflüchtigen. Das Wärmeleitungsvermögen des Kupfers verhält sich nach Despretz zu dem des Eisens wie 12 : 5. Es steht nach Davy blos dem Silber im Leitungsvermögen für die El. nach; nach Bec-

querels neuesten genauern Untersuchungen übertrifft es dasselbe noch darin).

Seine Wirkung auf das Sauerstoffgas und die atm. Luft im trockenen Zustande ist bei der gewöhnlichen T. null, schwach, wenn sie feucht sind; indem es hier durch das eine, wie die andre oxydirt wird. Seine Oberfläche überzieht sich mit einer leichten Oxydschicht bei Berührung mit dem erstern, und mit einer leichten Schicht kohlensauren Kupfers (Grünspan), bei Berührung mit der zweiten, wofern ihr nur erneuerter Zutritt gestattet ist (132): die bronzenen Statuen thun dieß auf unzweifelhafte Weise dar.

Durch Hitze wird die Oxydation des Kupfers ausnehmend begünstigt. † Bis zum Glühen in der atm. Luft oder in Sauerstoffgas erhitzt, überzieht es sich erst mit einer gelben, dann violetten, endlich schwarzen Rinde, welche beim Hämmern oder Erkalten, besonders beim raschen Abkühlen durch Wasser, in Schuppen als sogenannter Kupferhammerschlag abfällt.

Die Versuche über die Verbrennung des Kupfers durch Erst. lassen sich in einer Porzellanröhre mit zwei Blasen anstellen; zu Versuchen über seine Oxydation durch atm. L. bedient man sich jedoch lieber eines Scherbens, wenn man nicht die Absicht hat, das Stickgas aus derselben aufzufangen. Kommt das Metall mit der Flamme in Berührung, so färbt es sie zu gleicher Zeit, als es sich oxydirt, grün.

Das Kupfer vermag mit den meisten Metallen Legirungen zu bilden. Unter den nicht metallischen Körpern sind bis jetzt blos der Phosphor, der Schwefel, das Selen, das Chlor, das Jod mit ihm vereinigt worden.

Natürliches Vorkommen. — Das Kupfer kommt in der Natur unter vier Zuständen vor: 1) gediegen; 2) als Oxyd; 3) mit verbrennlichen Körpern, namentlich dem Schwefel, in Verbindung; 4) als Salz (schwefels., khls., arsenikс., phosphorsaures). Das gediegene Kupfer trifft man selten in vereinzelten, oft hingegen in verworren gruppirten und dendritische Massen bildenden, Krystallen an; es findet sich auch in warzigen oder unregelmäßigen kleinen Massen auf verschiednen Gängen, und in dünnen Blättchen angeflogen.

In fast allen Kupferbergwerken kommt dieß Metall gediegen in größerer oder geringerer Menge vor, und stellt sich oft von selbst durch natürliche Zersetzung verschiedener Mineralien her. Man findet es in den Bergwerken von Baigorry (Pyrenäen) und denen von St. Bel bei Lyon in Frankreich; in den Cornwallischen in England; in den Sächsischen, Ungrischen, Schwedischen; vorzüglich aber in den Sibirischen, wo es reichlicher und in beträchtlichern Massen, als an irgends andern Orten gefunden wird.

Gewinnung. — Sämmtliches Kupfer, das der allgemeine Bedarf erfordert, wird aus dem Schwefelkupfer, dem Kupferoxyd, dem kohlens. Kupfer und dem gediegenen Kupfer gewonnen. Das letztre braucht nur geschmolzen zu werden. Das Oxyd und das kohlens. Kupfer werden mit Kohle calcinirt; das Schwefelkupfer geröstet, um den Schwefel zu verbrennen und das Metall zu oxydiren, das dann wie das natürliche Oxyd behandelt wird (1236).

Anwendung als Reagens. — Das Kupfer dient 1) zur Niederschlagung des Queckſilbers aus seinen Auflösungen und ist eines der empfindlichsten Reagentien für dasselbe. Bei $\frac{1}{20000}$ relativer Menge des ätzenden Sublimats in einer Auflösung, und $\frac{1}{30}$ Gran des Queckſilbersalzes im Ganzen wird eine kleine Kupfermünze (z. B. ein französisches Centimestück) noch vollständig mit einer grauweißen Haut überzogen, die durch Politur Silberglanz annimmt. — Bey $\frac{1}{90}$ Gr. absoluter Menge zeigen sich noch einzelne weiße Flecken (Pfaff in Schw. J. I. 20). Derselbe Erfolg findet in den Auflösungen anderer Queckſilbersalze statt. — 2) Auch dient das Kupfer zur Abscheidung des Silbers aus seinen Auflösungen, und — 3) zur Bereitung der Reagentien, in welche Kupfer als Bestandtheil eingeht.

Vom Tellur (Tellurium, Tellure, Te = 40,32).

157. Geschichtliches. — Müller von Reichenstein war der erste, der bei Analysirung Siebenbürgischer Golderze die Gegenwart eines neuen Metalls darin zu entdecken glaubte. Seine Untersuchungen schreiben sich von 1782 her und sind in den, von Born herausgegebenen, physikalischen Arbeiten der einträchtigen Freunde in Wien abgedruckt. Aus Besorgniß jedoch, irgend einen Irrthum begangen zu haben, bat er Bergmann, seine Analyse zu wiederholen. Die Menge des überschickten Erzes war indeß zu gering, als daß der berühmte Chemiker in Upsal ein entscheidendes Urtheil hätte fällen können. Darauf suchte Müller sich eine neue Quantität davon zu verschaffen und schickte sie an Klaproth, der sich schon von andersher damit versorgt hatte, und die hauptsächlichsten Resultate Müllers über das neue Metall richtig fand. Von ihm erhielt es den Namen Tellur. Die Entdeckung dieses Metalls wurde somit von Müller angekündigt und von Klaproth bestätigt. Die nämlichen beiden Chemiker sind es auch, die uns mit den Eigenschaften des Tellurs bekannt gemacht haben. Ihre Versuche sind

von verschiedenen Chemikern, in Frankreich namentlich von Vauquelin, wiederhohlt worden.

Eigenschaften. — Das Tellur ist fest, glänzend, sehr spröde, leicht zu pulvern, in der Farbe das Mittel zwischen Zinn und Antimon haltend; von blättrigem Gefüge, 6, 115 spec. Gew. nach Klaproth.

Es ist etwas minder schmelzbar, als das Bley und bedeckt sich beim Erstarren mit kleinen Nadeln. Einer Hitze über seinem Schmelzpunct ausgesetzt, kocht es, verflüchtigt sich und verdichtet sich in Tröpfchen. Man fülle eine kleine krumme Glasglocke mit Queckſilber, lasse Stickgas oder Wsſstgas hineinsteigen, bringe alsdann das Tellur durch das Queckſilber hinein, erhitze das Metall mit der Weingeistlampe, und bald werden alle erwähnten Erscheinungen eintreten (Taf. XIII. Fig. 3).

Das Tellur hat in der Kälte keine Wirkung auf Srstgas und atm. L. in trocknem Zustande. In Berührung mit ihnen bei der nämlichen T. gebracht, wenn sie feucht sind, würde es wahrscheinlich einen Theil seines Glanzes verlieren, und in einem Zeitraum von mehreren Tagen sich an der Oberfläche etwas oxydiren.

In der Hitze ist seine Wirkung auf das Srstgas sehr groß. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur im vorigen Versuch anstatt des Stickgases Srstgas anzuwenden; das Metall wird lebhaft (mit blauer, grün gesäumter Flamme) verbrennen und einen weißen Rauch geben, der sich an kalten Körpern als weißes Telluroxyd absetzt. Auch auf die atm. L. ist die Wirkung des Tellurs in der Hitze sehr groß. Man mache eine kleine Hölung in Kohle, lege das Tellur hinein, richte die Flamme eines Lichts durch ein Löthrohr darauf, und die Verbrennung wird wegen des erneuerten Luftzutrittes und der Temperaturerhöhung so rasch erfolgen, daß eine Art Detonation geschieht. Zu gleicher Zeit erscheint das gebildete Oxyd in der Luft in Gestalt weißer Dämpfe und verbreitet darin einen Geruch, ähnlich dem des schwarzen Rettigs (welchen jedoch Berzelius dem Tellur nicht als eigenthümlich ansieht, sondern von einem Hinterhalt an Selen, von dem das Tellur in seinen Erzen gewöhnlich begleitet wird, ableitet; und dieser Selengehalt ist durch Scholz wirklich nachgewiesen worden).

Das Tellur verbindet sich leicht mit den meisten Metallen, so wie mit dem Wsſst., dem Schwefel, dem Selen, dem Chlor, dem Phosphor und wahrscheinlich dem Jod; mit dem Bor, dem Khlst. und dem Stickst. aber kennt man bis jetzt keine Zusammensetzung dieses Metalls.

Natürliches Vorkommen. — Das Tellur ist bis jetzt nur

mit verschiednen Metallen gemengt oder verbunden vorgekommen, und zwar in diesem Zustande in sechs Mineralien gefunden worden, welche in 100 Theilen bestehen: — das erste, (das sogenannte gediegne Tellur, aurum paradoxum oder metallum problematicum aus der Grube Maria Hilf im Faczebanyer Gebirge bei Zalathna) aus 92, 55 Tellur, 7,20 Eisen, 0,25 Gold (nach Klaproth); — Das 2te, (Schrifterz, Schrifttellur aurum graphicum zu Offenbanya) aus 60 Tellur, 30 Gold, 10 Silber; — das 3te, (Weißtellur, Gelberz zu Nagyag) aus 44,75 Tellur, 26,75 Gold, 19,50 Bley, 8,50 Silber, 0,50 Schwefel; — das 4te, (prismatischer Tellurglanz, Blättererz oder blättriges Graugolderz zu Nagyag) aus 32, 20 Tellur, 54 Bley, 9 Gold, 1,30 Kupfer, 3 Schwefel, 0,50 Silber — das 5te, in Deutschland unter dem Namen Wasserbleysilber (argent molybdique) bekannt, besteht nur aus Tellur und Wismuth, (nach Klaproth soll es blos aus Schwefel und Wismuth bestehn; nach Berzelius's Löthrohrversuchen aus Wismuth, Schwefel, Selen und Tellur), — das 6te endlich anlangend (zu Tellemarken in Norwegen), so enthält es außer diesen beiden Metallen noch Selen, welches auch einigen der oberwähnten anzugehören scheint.

Alle diese Zusammensetzungen oder Gemenge unterscheiden sich mineralogisch von einander durch ihren Glanz, ihre Farbe und ihre Natur. Die vier ersten werden sämmtlich in Siebenbürgen meist auf goldhaltigen Silbergängen gefunden. Auch in Connecticut will man Tellur gefunden haben (nach Silliman americ. Journ. I. 316, in einer Wismuthgrube).

Gewinnung und Nutzen. — Man gewinnt das Tellur aus seinen Erzen, indem man es in Oxydzustand bringt, dieß Oxyd von den fremden Stoffen abscheidet, mit denen es sich gemengt findet, und in einem Tiegel oder einer Retorte leicht mit Kohle calcinirt (1211). Wegen der Nutzlosigkeit dieses Metalls und der Seltenheit seiner Erze bereitet man immer nur kleine Mengen davon.

Vom Nickel (Niccolum; Nickel, Ni = 36,97).

158. Geschichtliches. — Cronstedt kündigte zwar schon von 1751 bis 1754 die Gegenwart des Nickels in dem Mineral an, welches die Bergleute Kupfernickel oder falsches Kupfer nennen, und welches noch jetzt im Handel diesen Namen führt, obwohl es nichts anders als Arseniknickel, gemengt mit Eisen und Kobalt (und etwas Bley und Schwefel auch wohl Antimon) ist; allein erst seit

1775 erkannte man die Eigenthümlichkeit dieses Metalls allgemein an. Bis dahin behaupteten mehrere Chemiker, es sey eine Legirung aus Kupfer und Eisen, eine irrige Meinung, die erst durch eine schöne Arbeit Bergmanns über das Kupfernickel gänzlich widerlegt wurde. (Bergmann Th. II. p. 231). Mann kann somit Bergmann Theil an der Entdeckung des Nickels beimessen. Seine Untersuchungen haben namentlich Licht über die Eigenschaften des Nickels verbreitet, welche nachher über den nämlichen Gegenstand von Vauquelin, Proust (Gehlens Journ. für Chem. und Phys. III.) Tourte (Gehlens J. f. Ch. u. Ph. VII.). Buchholz, (Gehlens neues allg. J. d. Chem. II.); Richter, Tuppuți, Laugier u. s. w. angestellt worden sind (Ann. de Chim., t. LIII., p. 107 und 164; LV, p. 137; LX, p. 260; LXXVIII, p. 133; Journ. de Ph., t. LVIII, LXIV; Ann. de Chim. et de Phys,; tom. IX, p. 267).

Eigenschaften. — Das Nickel ist fest, etwas minder weiß, als Silber (zwischen Silberweiß und Stahlgrau innestehend); sehr geschmeidig (sowohl kalt als beim Rothglühen), so daß es sich in dünne Bleche walzen und zu feinem Drahte ziehen läßt. (Richter). Sein spec. Gewicht ist (nach Richter) 8, 666, wenn es geschmiedet, 8,279 wenn es nur gegossen ist (Tuppuți fand das spec. Gew. des mit Kohlenpulver reducirten Nickels gleich 8,38, und nach dem Ausschmieden gleich 8,82). Es ist in hohem Grade des Magnetismus fähig, doch minder als das Eisen*).

Das Nickel ist wenigstens eben so schwerflüssig, als das Mangan; und doch verflüchtigt sich bei der Reduction eine sehr merkliche Quantität davon, so daß man ganz deutliche Körner an dem Deckel des Tiegels haften findet. Bei der gewöhnlichen T. ist seine Wirkung auf das Erstgas und die atm. L. im trocknen Zustande null; wahrscheinlich wird es von diesen Gasarten, wenn sie feucht sind, etwas angegriffen (132).

Bei der Rothglühhitze wird das Sauerstoffgas mit vieler Lebhaftigkeit vom Nickel verschluckt, und dadurch ein grünes Oxyd unter Wärmeentbindung gebildet. Eben so wirkt die atm. L. bei dieser T. auf das Nickel, nur minder lebhaft. In einer Porzellainröhre mit zwei Blasen (132) lassen sich diese Versuche leicht anstellen.

Die Verbindungen des Nickels mit dem Phosphor, Schwefel, Chlor kommen leicht zu Stande; wahrscheinlich verbindet es sich eben so leicht mit dem Jod und den meisten Metallen; auch mit dem Khlst. scheint es sich zu verbinden; vergebens aber hat man seine Vereini-

---

*) Siehe Versuche darüber von Poisson in den Ann. de ch. et de ph. 1824; Févr.

gung mit dem Wsſt., dem Bor, dem Stckſt. zu bewerkſtelligen verſucht.

Natürliches Vorkommen. — † Das Nickel iſt bis jetzt gefunden worden 1) gediegen, in zarthaarförmigen Kryſtallen, außen zuweilen überkleidet mit einem dünnen Ueberzuge von Braun-Eiſenocker — 2) als Oxyd (in der Nickelſchwärze) — 3) als Arſenik-nickel (Kupfernickel) nach Berthiers Analyſe des Allemontſchen, beſtehend aus 39,94 Nickel, 48,80 Arſenik, 0,16 Kobalt, 8,00 Spießglanz 2,00 Schwefel, und Spuren von Eiſen und Mangan, wonach Berthier ſchließt, daß ſich dieß Erz betrachten läßt als zuſammengeſetzt aus 88,55 Arſenikknickel, 0,35 Arſenikkobalt, 10,00 Schwefelantimon (Annales de Mines, IV., 467; Ann. de Chim. et de Phys., tom. XII. p. 52). — 4) als Nickelglanz, beſtehend nach Pfaff aus 24,42 Nickel, 45,90 Arſenik, 10,46 Eiſen, 12,36 Schwefel. — 5) als Nickelantimonglanz (Nickelſpießglaserz) beſtehend nach Klaproth aus 25,25 Nickel, 47,75 Spießglanz, 9,94 Arſenik, 11,75 Arſenik, 15,25 Schwefel. — 6) Wodankies, (in dem Lampadius das Wodanium als eigenthümliches Metall entdeckt haben wollte), nach Stromeyer beſtehend aus Nickel, 16, 2390; Kobalt nebſt etwas Mangan 4, 2557: Eiſen 11, 1238; Kupfer 0,7375; Bley 0,5267; Antimon eine Spur; Arſenik 56,2015; Schwefel 10,7137; — 7) als arſenikſaures Nickel (Nickelocker, Nickelblüthe); nach Berthiers Analyſe des Allemontſchen beſtehend aus 36,2 Nickelprotoxyd; 36,8 Arſenikſäure; 0,25 Kobaltoxydul; 25,5 Waſſer.

Gewinnung und Nutzen. — Man gewinnt das Nickel aus ſeiner Verbindung mit dem Arſenik u. ſ. w. indem man es erſt in Oxydzuſtand bringt, dieß Oxyd abſcheidet und in der Rothglühhitze mit Wſſſtgas behandelt. Auch kann man ſich dieß Metall durch Calcinirung ſeines Oxalats verſchaffen, oder auch dadurch, daß man ſein Oxyd allein oder mit Kohle ſtark calcinirt (1210 bis).

Das Nickel iſt nutzlos. Vielleicht hätten wir es in den fünften Abſchnitt bringen ſollen, da ſein Oxyd durch eine hohe T. reducirbar iſt. Sollte jedoch dieſe Reduction nicht vom Eindringen des Kohlenwaſſerſtoffs in den Tiegel ſelbſt herrühren? Dieß zu glauben bin ich um ſo mehr geneigt, da ich die Reduction vergebens in einer kleinen gut ſchließenden Muffel aus Porzellan verſucht habe.

Vom Bley (Plumbum, Saturnus, Plomb, Pb = 129,45).

159. Geſchichtliches. — Da das Bley ſchon ſeit den älteſten Zeiten bekannt, allgemein in der Natur verbreitet, leicht aus ſeinen

Erzen darzustellen ist und alle Formen gut annimmt, so ist es ein Gegenstand vielfältiger Untersuchungen geworden. Die Alchemisten, in der Hoffnung, es in Silber zu verwandeln, haben eine Menge Versuche darüber angestellt. Die Fabrikanten und Künstler suchten von der ausnehmenden Leichtigkeit, mit der es sich bearbeiten läßt, Vortheil zu ziehen. Fast alle eigentlichen Chemiker endlich haben sich mit der Untersuchung seiner Eigenschaften beschäftigt. In ältern Werken kommt es manchmal unter dem Namen Saturnus vor.

Eigenschaften. — Das Bley ist fest, bläulichweiß, glänzend. Zwischen den Fingern gerieben, theilt es denselben einen merklichen Geruch mit. Es ist eins der weichsten Metalle, das sich selbst mit dem Fingernagel ritzen läßt und keinen Klang hat. Es färbt ab, so daß es auf Papier einen graphitähnlichen Strich hinterläßt. Es ist sehr hämmerbar, läßt sich aber nicht gut zu feinem Drahte ziehen. Seine Tenacität ist gering, sein spec. Gew. gleich 11,358 (es nimmt nach Morveau durch Hämmern eher ab, als zu, außer wenn das Metall nach keiner Seite ausweichen kann, wo sein spec. Gew. sich auf 11,388 vermehren läßt). Man hat es noch nicht in regelmäßigen Krystallen erhalten (Mongez der Jüngere will nach wiederholtem Schmelzen und Erkalten davon 4seitige Pyramiden, Pajot polyedrische Krystalle mit 32 Flächen gesehen haben).

Nach dem Quecksilber, Kalium, Natronium, Zinn und Wismuth ist das Bley das leichtflüssigste Metall; sein Schmelzpunct hat nach Biot gegen 260° C. (208° R.; nach Daniell bei 339° R.) Statt. (Kurz vor dem Schmelzen ist es so spröde, daß es beim Hämmern in Stücke springt. Nach Thenard ist es nicht merklich flüchtig, nach andern geräth es beim Weißglühen ins Kochen und fängt an sich zu verflüchtigen).

Die atm. L. und das Erstgas im trocknen Zustande haben bei der gewöhnlichen T. keine Wirkung auf das Bley; eine sehr langsame nur, wenn sie feucht sind. Es wird matt bei seiner Berührung mit letzterm, indem sich seine Oberfläche allmälig mit einer ganz leichten Oxydschicht überzieht; bei Berührung mit ersterer geht das sich bildende Oxyd unmerklich in den Zustand von Carbonat über, wofern nur die Luft sich erneuern kann (232). In der Hitze ist seine Wirkung auf beide Gasarten viel stärker. So wie es geschmolzen ist, tritt auch die Oxydation ein. Man lege Bley in einen Scherben; stelle diesen auf einem irdenen Cylinder in einen Ofen; erhitze ihn allmälig bis zum Dunkelrothglühen; streiche von Zeit zu Zeit das Oxyd, was die ganze Oberfläche des Metallbades überzieht, an die Ränder zusammen, und man wird binnen einigen Stunden leicht an dreißig Grammen Bley in Oxyd verwandeln können. Dieß wird eine gelbe Farbe ha-

ben; noch einmal calcinirt aber eine neue Quantität Srst. verschlucken und dadurch roth werden. Auch ist dieß die Bereitungsart des Mennigs oder rothen Bleyoxyds, welches technische Anwendungen erleidet (554).

Das Bley verbindet sich leicht mit dem Phosphor, dem Schwefel, dem Selen, dem Chlor, dem Jod und den meisten Metallen; bis jetzt aber hat man nicht vermocht, es mit dem Wsst., dem Bor, dem Khlst., dem Stckst. zu vereinigen.

Natürliches Vorkommen. — Das Bley findet sich unter vier Zuständen: (1) gediegen, draht- und haarförmig, ästig, dendritisch; in kleinen gewundenen Massen) — 2) als Oxyd, doch selten; — 3) oft mit verbrennlichen Körpern und namentlich Schwefel in Verbindung; — 4) als Salz, schwefels., phsphrs., khls., chroms., molybdäns., arsenikssaures.

Gewinnung. — Man bereitet das Bley aus seiner Schwefelverbindung (Bleyglanz), und zwar im Großen, wie weiterhin (1233) erörtert werden wird.

Nutzen. — Das Bley ist wegen seiner großen Häufigkeit und der Leichtigkeit, mit der es alle Formen annimmt, eins der am meisten angewandten Metalle. Man bedient sich seiner zum Dachdecken, zum Kugel- und Schrotgießen, zur Verfertigung von Bassins, Wasserleitungen, Rinnen, Reservoirs, Kesseln, Kammern zur Bereitung der Schwefels. Das Beschlagen der Mauern mit dünnen Bleyplatten ist als ein Mittel sie vor Feuchtigkeit zu schützen empfohlen worden. Mit der Hälfte seines Gewichts Zinn bildet es das Schlagloth; mit ungefähr dem Viertheil seines Gewichts Antimon die Schriftgießermischung. Das Bleyweiß (cerussa) wird zum großen Theil dadurch erhalten, daß man Bley der Wirkung von Essigdampf und Kohlensäure aussetzt. Durch Calcinirung des Bleys unter Luftzutritt bereitet man den Mennig, die Bleyglätte, das Massicot, oder die verschiedenen Oxyde des Bleys. Endlich bedient man sich seiner als Hülfsmittel zur Ausscheidung des Silbers. In der Medicin wird es vorzüglich als ein zusammenziehendes, entzündungswidriges Mittel angewandt, und geht als solches in mehrere Composita ein, so in das Goulardsche Wasser, das Emplastrum und extractum Saturni u. s. w. Auch innerlich hat man von seinen Präparaten in Fällen verzweifelter Lungenschwindsucht Gebrauch gemacht. Immer muß es mit Vorsicht gegeben werden, da es ein wirksames Gift ist, welches besonders durch Austrocknung des Körpers und Lähmung des Nervensystems die nachtheiligsten Folgen herbeiführen kann. Man begreift die Summe der Symptome, die durch dasselbe veranlaßt werden, unter dem Namen

der Bleykolik (tabes s. colica Saturnina); Schwefelmittel oder Alaun mit Opium werden als die wirkſamſten Gegenmittel gerühmt.

Von den Metallen des fünften Abſchnitts.

Zu den Metallen des fünften Abſchnitts gehören diejenigen, welche das W. weder in der Kälte noch in der Wärme zerſetzen, das Erſtgas bei einer gewiſſen T. verſchlucken, und deren Oxyde durch Hitze allein reducirbar ſind. Dieſer Metalle ſind nur zwei, das Queckſilber und das Osmium.

Vom Queckſilber (Hydrargyrum, Mercurius, Mercure; Hg = 253,16).

160. Geſchichtliches. — Das Queckſilber iſt eins der Metalle, deren Entdeckung in die älteſten Zeiten fällt, zugleich eins derer, in welchen die Alchemiſten die Grundlage ihres großen Werks zu finden glaubten; es war nach ihrer Meinung flüſſiges, lebendiges Silber.

In dem ſonderbaren Glauben, man müſſe nur das Queckſilber recht lange allein oder mit gewiſſen andern Körpern erhitzen, um es zu verdicken, zu fixiren und ſeine Umwandlung zu bewirken, erhielten ſie es Jahre lang im Kochen. Mehrere ſetzten ſich ſogar großeu Gefahren aus, indem ſie es in ſehr dicke Eiſenkugeln einſchloſſen, und dieſe im Feuer glühten; wo dann der Queckſilberdampf nicht ermangelte, ſeine Hülle zu ſprengen und eine heftige Exploſion zu bewirken. Aus dieſen, für den Zweck, zu welchem ſie angeſtellt wurden, allerdings fruchtlos gebliebenen, Verſuchen iſt indeß doch die Kenntniß mehrerer ſehr wichtiger mediciniſcher Zubereitungen hervorgegangen; namentlich des corroſiven Sublimats, den Paracelſus zuerſt mit dem größten Erfolg gegen die, bis dahin für unheilbar gehaltenen, ſyphilitiſchen Krankheiten anwendete. Die Entdeckung dieſer Zuſammenſetzung muß uns bedauern laſſen, daß die Alchemiſten ihre Reſultate ſo oft geheim gehalten; hätten ſie dieſelben zur öffentlichen Kenntniß gebracht, ſo würden wir über die Eigenſchaften mehrerer Metalle und namentlich des Queckſilbers gewiß weit eher ins Klare gekommen ſeyn. Jedoch iſt jetzt in dieſer Hinſicht kaum noch etwas Erhebliches zu wünſchen übrig, indem die Unterſuchungen der neuern Chemiker faſt vollſtändiges Licht darüber verbreitet haben.

Eigenſchaften. — Das Queckſilber iſt tropfbar flüſſig, ſehr glänzend, von bläulichweißer Farbe; (ſoll es rein ſeyn, ſo muß es in vollkommen runden, nicht hinten zugeſpitzten, Kugeln fließen); ſein ſpec. Gewicht iſt (nach Briſſon) 13,568; und ſeine Ausdehnung beträgt zwiſchen dem Schmelzpunct des Eiſes und dem Siedpunct des Waſſers $\frac{100}{5550}$ des Volumens, welches von ihm bei 0° eingenommen wird. (Petit und Dulong).

Es ſiedet bei 349° (nach Dalton; nach Placidus Heinrich erſt bei 356¼°; nach Wegdwood bei 395° C. nach Daniell bei 425° C.); auf welche Eigenſchaft ſich die Kunſt, das Queckſilber zu reinigen, oder es von den Metallen, mit denen es vereinigt ſeyn kann, zu trennen, gründet. Seine Deſtillation ſoll in einer Retorte von Steingut oder von Gußeiſen vorgenommen werden; im Grunde ließe ſie ſich doch auch in einer gläſernen anſtellen. Jedenfalls hat man einige Vorſichtsmaßregeln zu beobachten; man muß das Feuer mäßigen; widrigenfalls man Queckſilber verlieren und Gefahr des Erſtickens laufen würde, wenn das Laboratorium ſehr klein wäre. Es iſt ſelbſt anzurathen, an den Hals der Retorte ein Leinwandſäckchen zu befeſtigen und dieß in Waſſer tauchen zu laſſen. Auf die Beſchaffenheit der anzuwendenden Vorlage kommt nicht viel an.

† Daß ſich das Queckſilber auch ſchon bei der gewöhnlichen T. verflüchtigt, zeigen verſchiedene Erſcheinungen. Ein Goldblatt, welches man einige Zeit hindurch hoch über eine Schicht Queckſilber in einer zugeſtopften Flaſche hängen läßt, wird durch Amalgamirung mit dem Queckſilberdunſt weiß. Hermbſtädt (Hufel. Journ. 1820 July. S. 12) fand, daß ein auf dieſe Weiſe aufgehangener Ducaten bei 18° R. verquickt zu werden anfieng. Strmeyer hat ferner gezeigt, daß Queckſilber ſich bei + 60 bis 80° R. in bedeutender Menge mit Waſſerdämpfen verflüchtigen kann. — Witting, der eigens Verſuche über dieſen Gegenſtand anſtellte, fand ebenfalls beſtätigende Reſultate dafür. (Brandes Archiv des nördl. Apothekervereins. III. Bd. S. 47 ff.).

Einer Kälte von 39° bis 40° ausgeſetzt, erſtarrt das Queckſilber und kryſtalliſirt in Oktaedern, (wobei es ſich plötzlich ſehr ſchnell zuſammenzieht). Nur im Winter, wenn der Thermometerſtand einige Grade unter Null iſt, läßt ſich dieſer Verſuch wohl anſtellen. Man laſſe eine gewiſſe Quantität gepulverten kryſtalliniſchen ſalzſ. Kalk in einer verſchloſſenen Flaſche, dadurch daß man ſie die Nacht hindurch an die freie Luft ſtellt, erkalten, und menge darauf ungefähr 2 Kilogrammen dieſes Salzes mit einem Kilogramme Schnee in einer Schüſſel, rühre das Gemeng um, und tauche einen kleinen, an der Lampe geblaſenen, Kolben hinein, der 20 bis 30 Grammen Queckſilber enthält.

Nach einigen Minuten verdickt ſich das Queckſilber und gefriert. Wenn man, nachdem es zur Hälfte gefroren iſt, die äußern Theile, die noch fl. ſind, abgießt, ſo findet ſich der erſtarrte Theil mit oktaedriſchen Kryſtallen bekleidet. Das Queckſilber zeigt im feſten Zuſtande mehrere bemerkenswerthe Eigenſchaften: es läßt ſich unter dem Hammer merklich abplatten; auf die Haut gebracht bringt es durch ſchnelle Einwirkung der Kälte ein ähnliches Gefühl hervor, als ob man ſich verbrannt hätte; die berührte Stelle wird weiß und zeigt ſich erfroren; bei länger dauernder Berührung würde der Brand dazu treten.

† Queckſilber im Zuſtande ſehr feiner Vertheilung verliert ſeinen metalliſchen Glanz, ſo durch Schütteln mit ſich ſelbſt, wenn ſich irgend Theilchen eines fremden Stoffes dabei zwiſchen die Queckſilbertheilchen legen können, oder durch Reiben mit Fett, Sand, Glaspulver, Terpenthin, Speichel u. ſ. w.; welche Operation man das Tödten (extinctio) des Queckſilbers nennt. Man hält gewöhnlich dafür, ſo behandeltes Queckſilber ſey wegen der vielfältigen Berührung, in die es dadurch mit der Atmoſphäre gekommen, in Oxydulzuſtand übergegangen, indeß ſcheint es jetzt, namentlich nach Vogels directen Verſnchen (Schw. J. IV. 393) ausgemacht, daß alle Präparate, welche auf ſolche Art durch Schütteln oder Reiben des metalliſchen Queckſilbers mit andern Stoffen entſtanden ſind, daſſelbe noch wirklich metalliſch, nur in höchſt fein vertheiltem Zuſtande, enthalten. So wird Meſſing, Gold, Silber u. m. a. durch Reiben mit ſolchem vorgeblichen Oxydul augenblicklich amalgamirt. — Wenn das Queckſilber mit andern Metallen, z. B. mit Zinn, Bley, Wismuth und dergl. mehr verunreinigt iſt, ſo verliert es beträchtlich an Fl. und bedeckt ſich beim Schütteln ſehr ſchnell mit einem ſchwarzen Pulver, welches aus dem Oxyde des beigemiſchten Metalls beſteht, deſſen Oxydirbarkeit durch die, vom Queckſilber erhaltene, flüſſige Form geſteigert worden iſt: durch anhaltendes Schütteln läßt ſich daher Queckſilber großentheils von dieſen verunreinigenden Metallen trennen.

Das Queckſilber hat bei der gewöhnlichen T. keine Wirkung auf das Erſtgas oder die atm. L. in trocknem oder feuchtem Zuſtande: oder wenigſtens iſt ſeine Wirkung darauf ausnehmend langſam. Auch beim Grade der Rothglühhitze iſt es noch ohne Wirkung auf dieſe Metalle, und erſt bei einer T., welche ſeinem Siedpunct nahe iſt, tritt allmälig Wirknng darauf ein; wo es ſich dann in rothes Oxyd oder Deutoxyd verwandelt (125).

Es vereinigt ſich nicht mit dem Wſſſt., dem Bor, dem Khlſt., dem Stckſt., nur ſchwer mit dem Phosphor; leicht dagegen mit dem

Schwefel, dem Selen, dem Chlor, dem Jod und einer ziemlich groſſen Menge Metallen, namentlich den ſehr leichtflüſſigen.

Seine Legirungen erhalten den Namen Amalgame oder Verquickungen.

Natürliches Vorkommen. — Das Queckſilber findet ſich 1) gediegen, 2) mit Schwefel verbunden (Zinnober). 3) mit Silber verbunden (Amalgam ſchlechthin genannt), 4) als Chlorqueckſilber (Queckſilberhornerz). Unter dieſen Verbindungen kommt der Zinnober am häufigſten vor*).

Das gediegene Queckſilber findet ſich in mehr oder minder beträchtlicher Menge in allen Queckſilberbergwerken, deren Hauptmaſſe Zinnober iſt. Es ſammelt ſich dort in allen freien Höhlungen, indem es durch die Felsſpalten hindurch läuft.

Gewinnung. — Man ſammelt das gediegene Queckſilber in allen Bergwerken, wo es ſich findet und reinigt es dann durch Deſtillation; da aber die ſo gewonnene Quantität zum Bedarf keineswegs ausreichen würde, ſo benutzt man den Zinnober hauptſächlich zu ſeiner Gewinnung. Zu dieſem Zweck calcinirt man ihn mit Kreide oder khlſ. Kalk; die Khlſ. dieſes Salzes entweicht im Gaszuſtande; der Kalk verbindet ſich mit dem Schwefel, und das freigewordene Metall geht in die Vorlagen über, wo es ſich verdichtet.

Nutzen. — Das Queckſilber erfährt ſehr mannichfaltige Anwendungen. Dem Chemiker dient es, Gasarten, die in W. aufl. ſind, aufzufangen und ihren Uebergang aus einem Gefäß ins andre zu vermitteln. Seine Eigenſchaft, ſich in Glasröhren zwiſchen dem Siedpunct des Waſſers und dem Schmelzpunct des Eiſes gleichförmig auszudehnen, zwiſchen ſehr weiten Temperaturgränzen tropfbar zu bleiben, und für die Einwirkung der Hitze ſehr empfindlich zu ſeyn, ſichert ihm den Vorzug, den man ihm zu Verfertigung der Thermometer ertheilt; und eben ſo eignet es ſich am beßten, das Maß des Luftdrucks in den Barometern zu geben. Mit Zinn legirt dient es zum Belegen der Spiegel. Mit Schwefel giebt es den Zinnober, der pulveriſirt ein lebhaftes Roth annimmt und dann Vermillon genannt wird. Mittelſt Queckſilbers werden alle Gold- und Silberbergwerke in Amerika und ſelbſt einige Bergwerke in Europa genutzt.

Man wendet auch das Queckſilber zu mehrern mediciniſchen Zubereitungen an, die unter die wirkſamſten und gebräuchlichſten Heilmitttel gerechnet werden; wiewohl die Queckſilbermittel und ſelbſt das Einathmen von Queckſilberdämpfen auf den geſunden Körper von den

---

*) Nach Prouſt, Wurzer und Rouelle kommt Queckſilber auch im Steinſalz und Meerſalz vor (Schw. J. XXXV. 214).

nachtheiligsten Einwirkungen sind. † Unter die eigenthümlichsten Wirkungen der Queckſilbermittel gehört namentlich Speichelfluß, Losewerden der Zähne, bei anhaltender Einwirkung allgemeine Cacherie, beſtändiges Zittern und ſelbſt Lähmungen; welchen Zufällen oft Vergolder und Spiegelmacher, die viel mit Queckſilber umzugehen haben, ausgeſetzt ſind. Im Allgemeinen ſcheint das Queckſilber eine, dem organiſchen Bildungsproceß feindliche, Wirkung zu äußern, und mehr krankhafte Verflüſſigung zu begünſtigen. Unter der großen Menge der ſpeciellen Krankheiten, gegen welche die Queckſilberpräparate angewandt werden, erwähne ich nur zwei, die Syphilis, gegen welche ſie bisher durch kein Surrogat haben entbehrlich gemacht werden können, und Entzündungen mit Neigung in widernatürliche Bildungen überzugehn.

Anwendung des Queckſilbers als Reagens. — Das Queckſilber dient vorzüglich 1) zur Ausſcheidung des Silbers aus dem Hornſilber; zur Niederſchlagung des Silbers in metalliſcher Geſtalt aus ſeiner ſalpeterſauren Auflöſung; — 2) zur Abſcheidung des Schwefels aus den Auflöſungen der Schwefelkalien, die dadurch unter Abſetzung von Schwefelqueckſilber aus geſchwefelten ſchwefelwaſſerſtoffſauren Alkalien in ſchwefelwaſſerſtoffſaure Alkalien umgeändert werden, und deren vorher rothbraun gefärbte Löſung nun ungefärbt erſcheint; — 3) zur Entdeckung auch einer ſehr kleinen Menge von Schwefelwaſſerſtoff, namentlich in Mineralwäſſern, durch Anlaufen mit gelber oder gelbbrauner Farbe; — 4) zur Bereitung einiger Queckſilberſalze, die als Reagentien gebraucht werden.

Vom Osmium (Osmium; Osmium; Os = ?)

161. Eigenſchaften. — Das Osmium, von Tennant im J. 1803 entdeckt (phil. Transact., 1804; und Annales de Chimie, t. LII., p. 50), nachher von Fourcroy und Vauquelin (Ann, de Ch., t. XLVIII, XLIX, L, LXXXIX) und endlich von Wollaſton (phil. Transact., 1805; Annales de Ch. t. LXI) unterſucht, iſt bis jetzt nur als eine ſehr zerreibliche Maſſe oder als ein Pulver von grauſchwarzer Farbe erhalten worden (das mit dem Polirſtahl einen kupferrothen Strich giebt). Seine übrigen phyſiſchen Eigenſchaften ſind noch unbekannt.

Unter Zutritt von atm. L., und mithin von Srſtgas, verflüchtigt es ſich als Oxyd unter Geſtalt eines weißlichen Rauches von ſehr

starkem eindringendem Geruch. (Von diesem hat das Metall auch nach dem griechischen ὀσμὴ (Geruch) seinen Namen erhalten). Wahrscheinlich hat es bei der gewöhnlichen T. keine Wirkung auf dieß Gas. Es ist noch mit keinem nicht metallischen verbrennlichen Körper in Verbindung gebracht worden, und blos einige Legirungen, in die es eingeht, hat man untersucht. Gleich dem Platin besitzt es die Eigenschaft, durch seine Berührung das Wasserstoffgas zur Verbindung mit dem Erstgas zu bestimmen; nur muß es bis ungefähr 50° erhitzt seyn.

Natürliches Vorkommen u. s. w. — Das Osmium ist bis jetzt nur im rohen Platin, mit Iridium verbunden, unter Gestalt kleiner, sehr harter, glänzender, spröder Körner vom spec. G. 19,5 gefunden worden. Es ist sehr selten und ohne Nutzen.

Von den Metallen des sechsten Abschnitts.

Zum sechsten Abschnitt gehören diejenigen Metalle, welche das W. weder in der Kälte noch in der Hitze zu zersetzen vermögen, die den Erst. bei keiner T. verschlucken und deren Oxyde sich leicht durch die Hitze allein reduciren lassen. Dieser Metalle sind sechs: das Silber, das Palladium, das Rhodium, das Platin, das Gold und das Iridium.

Vom Silber (Argentum, Luna; Argent, Ag = 135,16).

162. Wir haben jetzt eins der beiden Metalle zu beschreiben, welche man zu allen Zeiten für die kostbarsten angesehen hat, und die man eben deßhalb aus fast allen ihren Erzen zu gewinnen sucht.

Geschichtliches. — Das Silber ist seit den ältesten Zeiten bekannt, und wegen seiner Seltenheit, seiner Unveränderlichkeit und der Leichtigkeit, mit der es sich bearbeiten läßt, unter die auszumünzenden Metalle aufgenommen worden. Der Geldwerth des Silbers ist indeß seit Entdeckung der neuen Welt sehr gefallen, indem aus den dort gefundenen reichhaltigen Bergwerken eine unermeßliche Menge desselben nach Europa übergeflossen ist und noch fließt. In der That liefert Amerika allein jetzt jährlich für ungefähr 175 Millionen (Franken?) Silber, d. i. mehr als alle andern Continente zusammengenommen. Die Menge dieses Metalls hat somit durch den Handel

bei allen Nationen beträchtlich zunehmen und der fictive Werth der Waaren dadurch steigen müssen. Auch bezahlt man jetzt das Getraide viel höher, als unter Ludwig XI., und sein Preis würde gewiß noch viel mehr steigen, wenn man, wie ehedem, fast alles Silber münzte, anstatt, daß jetzt für sehr bedeutende Summen Geräthe, Gefäße und Zierrathen daraus verfertigt werden. Wir übergehen die vergeblichen Versuche der Alchemisten, andre Metalle in dieses zu verwandeln; nur zu oft vielleicht ist in den vorigen Kapiteln von diesem Gegenstande die Rede gewesen. Wir bemerken bloß, daß durch ihre langen Untersuchungen die Kenntniß der Eigenschaften dieses Metalls nur wenig gefördert worden ist; erst die neuern Chemiker haben sie aufgehellt.

In mehrern ältern Werken der Chemie kommt das Silber auch wohl unter dem Namen, Diana, Luna vor; welche indeß jetzt obsolet sind.

Eigenschaften. — Das Silber ist fest, weiß, sehr glänzend, sehr hämmerbar, sehr streckbar, (von hackigem Bruch). Es lassen sich daraus sehr feine Drähte, und Blätter, so dünn, daß sie der schwächste Hauch wegweht, verfertigen. Es ist nicht sehr hart (obwohl härter als Gold. Es wird durch das Messer geritzt und färbt nicht unbeträchtlich ab. Durch Hämmern wird es härter aber auch spröder, daher öfteres Anlassen desselben beim Bearbeiten nöthig wird). Durch Reiben erlangt es keinen Geruch. Seine Tenacität ist sehr bedeutend; sein spec. Gewicht (geschmolzen) 10,4743 (gehämmert 10,510, nach andern 10,609). Tillet und Mongez haben es (bei langsamen Abkühlen) in Octaedern krystallisirt erhalten, auch in 4seitigen Pyramiden erhält man es durch langsames Abkühlen; bei der Reduction in der galvanischen Säule zuweilen in Schuppen, zuweilen in Würfeln mit abgestumpften Kanten. Berzelius).

Das Silber schmilzt etwas über der Kirschrothglühhitze, daher es sich leicht in einem kleinen Reverberirofen schmelzen läßt; (nur in den höchsten Graden der Hitze im galvanischen Feuerstrome, durch Brennspiegel und durch das Knallgasgebläse siedet es und verflüchtigt sich in weißen Dämpfen. Doch bemerkten Stodart und Faraday auch, als Silber und Stahl sehr lange zusammen in vollkommenem Fluß erhalten waren, daß sich die Seitenwände und oft zugleich der Deckel des Schmelztiegels mit einem schönen Thau kleiner Silberkügelchen überzogen hatten).

Bei der gewöhnlichen T. ist das Silber ohne Wirkung auf trockne atm. L. oder Erstgas, mögen sie feucht oder trocken seyn. Eben so wenig wird es, wenigstens nach der bisher angenommenen Meinung, verändert, wenn man es in einem offenen Tiegel einem gewöhnlichen

Feuer oder einem Reverberirfeuer aussetzt; ja schon oxydirt würde es dadurch wieder reducirt werden. Jedoch wird es durch eine starke elektrische Entladung in olivengrünes Oxyd verwandelt und, nach Vauquelin, wenn man es in eine, in einer Kohle angebrachte, Höhlung legt, die Wände dieser Höhlung anzündet und einen Strom Erstgas darauf richtet, so schmilzt und verflüchtigt es sich schnell, indem es dabei mit gelber Flamme verbrennt [1]).

Bisher hat man das Silber nicht mit dem Wffst., dem Bor, dem Khlst., dem Stickst. zu verbinden vermocht. Leicht vereinigt es sich mit dem Schwefel, dem Phosphor, dem Selen, dem Chlor und dem Jod, so wie es auch Legirungen mit den meisten Metallen bildet.

Natürliches Vorkommen. — Das Silber kommt in der Natur unter mehrern Zuständen vor: 1) gediegen; 2) legirt mit Antimon, Arsenik oder Queckſilber; 3) als einfache oder doppelte Schwefelverbindung; 4) als Chlorsilber (Hornsilber); 5) endlich als Carbonat.

Das gediegene Silber enthält immer etwas Eisen oder Kupfer oder Arsenik oder Gold; bald ist es regelmäßig krystallisirt, bald gestrickt, dendritisch, zähnig, traubig, moos-draht- und haarförmig. Es bildet niemals Lager für sich, sondern findet sich auf Gängen aus Schwefelsilber oder Schwefelbley. Es ist in kleinen Theilen verstreut und bildet nur selten für sich etwas voluminöse Massen. Doch führt man 40 bis 80 Pfund schwere Massen an, die in den St. Mariengruben in den Voghesen gefunden worden seyn sollen, und noch viel beträchtlichere in den Bergwerken zu Kongsberg in Norwegen, zu Schneeberg in Sachsen*); indeß ist nicht ausgemacht, daß diese

---

1) In den Ann. de Ch. et de Ph. tome XII., p. 402 findet sich auch das Ergebniß einiger, von Samuel-Lucas angestellter, Versuche, welchen zufolge sich das Silber zu oxydiren vermag, wenn man es unter Luftzutritt in Fluß erhält: aber was merkwürdig hiebei ist, im Augenblick des Erstarrens läßt es allen Erst. wieder fahren. Operirt man mit einer großen Menge Silbers, hält sie lange Zeit in Fluß, und läßt sie langsam erkalten, so spaltet sich ihre Oberfläche, nachdem sie erstarrt ist, und es entbindet sich aus dem Innern der noch flüssigen Masse lange Zeit hindurch Erstgas, wodurch eine Art Kochen entsteht. Um dies Gas aufzufangen, braucht man das geschmolzene Metall in kleinen Antheilen in eine Wanne mit Wasser unter Glocken ebenfalls voll Wasser zu werfen. Dieser Versuch ist mit Erfolg von Chevillot wiederholt worden (559) (s. auch das Kapitel über die Absorption der Gasarten).

*) In Kongsberg fand man im 17ten Jahrhundert Massen von 67 bis 560 Pfund; in Amerika traf man deren in der Mitte und gegen Ende des 18ten Jahrh. von 200 bis 800 Pf.; in Schneeberg sollen einmal ungefähr 100 Zentner Gediegen-Silbers zusammen gebrochen haben, und Freiberg lieferte mehrmals Massen über 100 Pf. schwer, in Markirchen fand man deren in früherer Zeit von 48 bis 60 Pf. u. s. w. (Leonhards Handb. der Oryktognosie. S. 195).

Massen wirklich reines Silber waren. Am reichhaltigsten an Silber sind die Bergwerke in Peru und Mexico.

Gewinnung. — Da das Silber in hohem Werthe steht, so sucht man es aus fast allen seinen Erzen zu ziehen, selbst aus solchen, die es nur in sehr unbedeutender Menge enthalten. Im Großen wird es hauptsächlich aus seinen Schwefelverbindungen erhalten, so in Mexico, in Peru, zu Kongsberg in Norwegen, in Ungarn und in Siebenbürgen. Ehemals hatte man in Frankreich ähnliche Erze zu Allemont, zu Lacroix und St. Marie-aux-Mines in den Voghesen. Jetzt wird es hier nur aus den silberhaltigen Bleyerzen gewonnen. Diese verschiednen Mineralien werden entweder durch Schmelzung oder durch Quecksilber je nach ihrer Reichhaltigkeit oder ihrer Beschaffenheit behandelt (1237). Die Menge Silbers, welche das südliche Amerika jährlich liefert, beträgt 795581 Kilogr. Europa liefert jährlich nur 53000 Kilog., wovon blos 900 aus den silberhaltigen Bleierzen Frankreichs gewonnen werden.

Die Anwendungen des Silbers sind jedermann bekannt. Man bedient sich desselben hauptsächlich zum Münzen, zu Verfertigung von Gefäßen, Geräth und Zierrathen. Immer wird es hiebei mit einer gewissen, gesetzlich bestimmten, Menge Kupfers legirt, widrigenfalls es wegen zu großer Weichheit seine Form nicht lange behalten würde.

In der Medicin bedient man sich auch des Silbers zur Bereitung des Höllensteins oder lapis infernalis (geschmolzenes salpetersaures Silber), dessen man sich äußerlich als Aetzmittel und zur Reitzung torpider Geschwüre bedient (innerlich in kleinen Gaben gegen die Epilepsie. Merkwürdig ist, daß ein langer innerer Gebrauch desselben eine bläulich schwarze Farbe der Haut hervorbringt).

Als Reagens dient das gewöhnliche Blattsilber vorzüglich zur Ausmittlung des Schwefelwasserstoffs in Mineralwässern, durch den es seinen Glanz verliert und gelblich oder gelbbraun anläuft.

Vom Palladium (Palladium, Palladium, Pa = 70,38) [1].

163. Geschichtliches. — Das Palladium wurde im J. 1803 von Wollaston entdeckt, auch verdanken wir ihm fast alle unsre Kenntnisse über dieß Metall (Phil. Trans. 1804; Ann. de Chim. tome LII, LXI.). Nur Vauquelin und Berzelius, erstrer bei

---

1) Das Palladium dürfte vielleicht richtiger unter den fünften Abschnitt gebracht werden; denn es scheint, daß es sich bei mäßiger Erhitzung merklich oxydirt.

Wiederholung der Versuche des englischen Chemikers, letztrer bei Analysirung des Palladium = Oxyds und Sulfurids beobachteten einige neue Thatsachen, die wir in der Folge kennen lehren werden (Ann. de Ch. tome LXXXVIII.).

Eigenschaften. — Das Palladium (im äußern Ansehn dem Platin ganz ähnlich), ist fest, weiß, hart, sehr hämmerbar, von faserigem Bruch. Sein spec. Gewicht ist geschmolzen 11,3, und nachdem es gewalzt ist, 11,8.

Dieß Metall läßt sich, wie das Platin, nur mittelst des Sauerstoffgebläses schmelzen (165) *). Einige Zeit nachdem es in Fluß gekommen ist, kocht es nach Vauquelin und brennt mit glänzenden Büscheln. Jedoch oxydirt es sich im Schmelzofen nicht, und sein Oxyd wird durch Erhitzung schnell reducirt. Es verbindet sich leicht mit dem Schwefel, dem Selen und mehrern Metallen.

Richtet man bei der gewöhnlichen T. durch die Luft hindurch einen Strom Wasserstoffgas auf schwammiges Palladium, bereitet durch Calcinirung des salzsauren ammoniakalischen Palladiums, so bildet sich Wasser und das Metall erhitzt sich bis zum Rothglühen (S. den letzten Band, Art. Zusätze). † Das Palladium findet sich hauptsächlich im Platinasande, welcher es in gediegenem Zustande enthält, doch hat man es auch in einem andern, mit Platin mechanisch gemengten, Erze aus Brasilien gefunden. Das Palladium bildet darin größere und kleinere metallische Schuppen von einer straligen Textur, worin die Stralen von der einen Seite der Schuppe divergiren. (Berzelius).

Ueber die Mittel, das Palladium von den Stoffen, mit denen es gemengt ist, zu trennen, s. (1212).

Vom Rhodium (Rhodium, Rhodium, R = 150,01).

164. Eigenschaften. — Das Rhodium ist fest, weißgrau, spröde. Sein spec. Gewicht scheint 11,000 zu seyn. Es hat bisher

---

*) Bréant, Münzwardein, dem es zuerst gelang, das Palladium zu schmelzen, überreichte dem König von Frankreich eine Medaille davon mit der Inschrift: 1823 sous le régne de Louis le Desiré, Protecteur des lettres, des sciences et des arts, pour la première fois le palladium purifiê par M. Bréant a servi à la fabrication des médailles. Médaille en Palladium présentée au roi par M. Bréant. Auf der andern Seite war das Bildniß des Königs (Häntle Mag. der Pharm. III. 1823. S. 215). — Bréant setzt den Schmelzpunct des Palladiums dem des Eisens gleich. — Bei dunkler Rothglühhitze läuft das Palladium durch Suboxydation mit violetter Farbe an, die ins blaue übergeht, wenn der genannte Hitzegrad länger anhält, aber bei stärkerer Erhitzung so ganz verschwindet, daß das Metall wieder in seinem vollen Glanze erscheint.

noch nicht durch die Hitze unserer Oefen geschmolzen werden können *). Auf das Sauerstoffgas hat es weder in der Kälte noch in der Hitze Einwirkung **). Man hat es erst mit dem Schwefel und einigen Metallen in Verbindung gebracht. Keine Säure (selbst Königswasser nicht) greift es an; calcinirt man es jedoch in einem Tiegel mit Kali, oder Natron oder salzsaurem Kali, so oxydirt es sich und verbindet sich mit diesen Alkalien. Es wirkt wie das Platin u. s. w. bei der gewöhnlichen T. auf ein Gemeng aus Wasserstoff und Srst. Es findet sich nur im Platinsande, aus welchem man es durch ein, weiterhin (1712) zu beschreibendes, Verfahren scheidet; doch geht es nur in sehr geringer Menge (ungefähr zu $\frac{1}{4000}$) darein ein. Wir verdanken die Kenntniß des Rhodiums so wie fast aller seiner Eigenschaften Wollaston (Phil. transact. 1804; und Ann. de Ch. tome LII. LXI.). Vauquelin und Berzelius sind die einzigen Chemiker, die sich sonst damit beschäftigt haben.

Vom Platin (Platinum, Platine, Pl = 121,52).

165. Geschichtliches. — Wie es scheint, ist Don Antonio de Ulloa der erste, der, im J. 1748, das Platin in der Beschreibung einer Reise, die er um das J. 1735 nach Peru machte, erwähnt hat. Allerdings hatte es Wood schon im J. 1741 entdeckt; allein er machte seine Beobachtungen erst im J. 1749 bis 1750 in den philos. Transact. bekannt. Bald darauf fiengen die Chemiker an, sich fleißig mit der Untersuchung seiner Eigenschaften zu beschäftigen; und es verdienen unter diesen vorzüglich genannt zu werden Lewis, Marggraf, Maquer, Bergmann, Lavoisier, und zuletzt Proust, Necker-Saussure, Wollaston, Tennant, Descotils, Vauquelin, Fourcroy, Berzelius und Bréant, die den Platinsand fast alle auf verschiedene Weise behandelten. Descotils entdeckte das Iridium darin, Tennant das Osmium; Wollaston das Rhodium und Palladium. Necker-Saussure und Bréant suchten sichre und bequeme Wege zu finden, das Platin daraus zu gewinnen; die übrigen machten sowohl die Gewinnung des Platins, als die Kenntniß der Körper, mit denen es von Natur

---

*) Faraday behauptet, bei Gelegenheit seiner Stahlveredelungsversuche Rhodium in Schmelztiegeln geschmolzen zu haben, beschreibt aber die Eigenschaften des erhaltenen Korns nicht (Gilb. Ann. LXXII. 227).

**) Nach Berzelius Chemie jedoch oxydulirt sich das Rhodium zum schwarzen Pulver, wenn es als feines Pulver in offener Luft bis zum schwachen Glühen erhitzt wird.

verbunden vorkommt, und die Analyse mehrerer Zusammensetzungen, in die es eingeht, zum Gegenstand ihrer Untersuchungen.

Eigenschaften. — Das Platin ist fest, fast eben so weiß, als das Silber, sehr glänzend (von feinkörnigem Bruch), sehr streckbar und sehr hämmerbar (minder hämmerbar jedoch als das Gold, indem es beim Schlagen zu feinen Blättchen so löchrig wie ein skelettirtes Pflanzenblatt wird). Es läßt sich mit der Schere schneiden und selbst mit dem Fingernagel ritzen. Allein die Gegenwart von ein wenig fremden Metall, namentlich Iridium, Osmium, macht es sehr hart. Seine Tenacität ist sehr groß, sein spec. Gewicht ungehämmert 20,98.

Dr. Wollaston hat Drähte von blos $\frac{1}{1200}$ Millimeter im Durchmesser daraus verfertigt. Sein Verfahren besteht darin, einen dicken Platindraht in die Axe einer hohlen cylindrischen Form zu befestigen, diese dann mit geschmolzenem Silber vollends auszufüllen, die so erhaltene Stange durch den Drathzug zu ziehen, und das Silber alsdann durch reine, mit Wasser verdünnte, Schwefelsäure aufzulösen.

Becquerel, der sich ähnliche Drähte durch ein gleiches Verfahren verschafft hat, hat auch feine Stahldrähte dieser Art zu verfertigen gesucht; welches ihm vollkommen geglückt ist, indem er Quecksilber als Auflösungsmittel des Silbers anwandte; denn durch Säuren würde auch der Stahl aufgelöst worden seyn (Ann. de Chim. et de Phys. tome XXII. p. 113).

Das Platin widersteht der Wirkung unsrer beßten Schmelzöfen [x]) (obwohl es in heftiger Weißglühhitze so weich wird, daß es sich zusammenschweißen läßt). Die Schmelzung desselben läßt sich nicht leicht anders als durch ein, mit Sauerstoffgas unterhaltenes, Feuer bewerkstelligen. Zu diesem Zweck macht man eine Höhlung in eine Kohle, legt Platinstaub oder kleine Körner dieses Metalls hinein, zündet die Wände der Höhle an, und richtet einen Strom des Sauerstoffgases darauf, indem man eine damit gefüllte Blase, deren Hahn mit einer dünn auslaufenden Röhre verbunden ist, zusammendrückt.

---

1) Boussingault hat neuerlich gefunden, daß das Platin allerdings im stärksten Schmelzfeuer unschmelzbar war, allein nur in Tiegeln, welche inwendig keinen Beschlag von Kohlenteig hatten (creusets non brasqués), in der Mitte eines solchen Beschlags dagegen schmilzt es stets. Bei der Analyse des geschmolzenen Platins fand er Kieselerde darin, woraus er schloß, daß die Schmelzung durch etwas Kieselerde, welche in dem Beschlag enthalten war, bewirkt worden sey (Ann. de Ch. et de Ph. tome XVI. pag. 5).
† Auch Scholz hat in einem zum Stahlschmelzen bestimmten Ofen in einem graphitähnlichen Gerlachschen Schmelztiegel 13 (Wiener) Loth Platin geschmolzen, allein die geschmolzene Masse hatte 26 Gran an Gewicht zugenommen, war äußerst hart und spröde, und gab beim Auflösen nebst etwas Kohlenst. Kieselerde. — Auch im Brennraum großer Brenngläser und dem Galvanischen Feuerstrome ist das Platin geschmolzen worden.

Das Platin hat bei keiner bekannten T. Wirkung auf das Sauerstoffgas und die atm. Luft. (Wenn jedoch ein Platindraht von der Flamme von Sauerstoffgas oder mit dem Newmanschen Gebläse geschmolzen wird, wirft er Funken, welche denjenigen von brennendem Eisen ähneln. Es ist aber ungewiß, ob dieses nicht eher ein mechanisches Herumwerfen des kochenden Metalls, als eine Verbrennung ist. Berzelius). Es oxydirt sich in der atm. Luft nur durch eine starke el. Entladung: das sich bildende Oxyd ist braun (71).

Es bildet Legirungen mit einer großen Menge von Metallen; auch vereinigt es sich mit dem Bor, dem Phosphor, dem Schwefel, dem Selen, dem Chlor und dem Jod; vergebens aber hat man bis jetzt seine Verbindung mit dem Wasserstoff, dem Kohlenstoff und Stickstoff versucht.

Das Platin besitzt unter verschiedenen Gestalten und namentlich im schwammigen Zustande, gleich dem Palladium u. s. w., die merkwürdige Eigenschaft, ein Gemeng aus Wasserstoff- und Sauerstoffgas bei der gewöhnlichen T. zu entzünden (S. Zusätze im letzten Bande).

Natürliches Vorkommen. — Das Platin kommt nur in Verbindung mit dem Palladium, dem Iridium und wahrscheinlich dem Rhodium vor (als sogenannter Platinsand oder Platinerz); fast stets in kleinen abgeplatteten Körnern. Die beiden größten Massen Platin, die man bis jetzt kennt, wiegen, die eine 57,831 Grammen (931 Gran Nürnb. Med. G.), die andre 11641 Grän. Die erste (in der K. Min. Sammlung zu Berlin befindlich), wurde von Humboldt mitgebracht, und die zweite wurde im J. 1814 von einem Negersklaven im Goldbergwerk bei Condoto, in der Provinz Novita im Gouvernement Choco gefunden (es soll sich in der K. Min. Samml. zu Madrid befinden). Der im Handel vorkommende Platinsand ist kein reines Platin. Es ist darin gemengt 1) mit Eisenoxyd in Verbindung mit Titan- und Chromoxyd; 2) mit kleinen Quantitäten von Körnern Iridium, welches mit Osmium legirt ist; 3) mit einigen kleinen Blättchen Gold, legirt mit Silber; 4) mit Spuren von Schwefelkupfer und Schwefelbley; 5) mit etwas Sand, Queckſilber und vielleicht Palladium. Das Platin findet sich in Blättchen oder kleinen Körnern in dem nämlichen sandigen Schuttlande, das wir schon als die Lagerstätte für die Diamanten angegeben haben, und welches auch das Gold enthält. Aus Choco in Neu-Granada kommt die größte Menge von Platin; auch findet man es zu Matto-Grosso in Brasilien, zu St. Domingo im Bette des Flusses Yaki, am Fuße des Sibaogebirges. Endlich hat es Vauquelin in den Silbererzen von Guadacanal in Spanien entdeckt, wo es zu einem Zehntheil eingeht.

Die Reinigung des Platins, ehemals sehr schwierig und langweilig, wird jetzt auf weit einfachere Weise bewerkstelligt (1215), auch kostet jetzt die (Franz.) Unze Platin nur 22 Francs, anstatt daß sie sonst 30 kostete, wiewohl das Platin ziemlich selten im Handel vorkommt.

Nutzen. — Das Platin wird zur Verfertigung von Tiegeln, Schälchen, Retorten, Röhren Behufs chemischer Operationen angewandt. Auch bedient man sich desselben bei Schießgewehren zu Verfertigung des Zündlochs und zum Bekleiden des Bodens der Zündpfanne. Selbst große Kessel zu technischen Zwecken werden jetzt daraus verfertigt. Gefäße dieser Art sind sehr schätzbar, denn abgesehen von ihrer Unschmelzbarkeit, sind sie auch durch die meisten Säuren und sonst andre Körper unangreifbar, obwohl minder, als man ehedem glaubte. Die salpetersauren Salze und namentlich das salpetersaure Kali und das salpetersaure Natrum, so wie diese beiden Alkalien für sich, greifen die Platingefäße in der Rothglühhitze an, und werden zu einer dunkelbraunen Masse, die eine merkliche Quantität Platinoxyd enthält. Auch darf man keine Metalle, z. B. Bley, Eisen (oder Mischungen, wo ein Metall reducirt werden kann, wie pflanzensaure Metallsalze), noch Substanzen, die Phosphor frei werden lassen können, in Platingefäßen erhitzen; indem diese davon durchbohrt werden würden. † Berzelius giebt noch folgende Vorsichtsmaßregeln an: Man darf in Platingefäßen nichts behandeln, woraus sich Chlor entwickeln könnte — man darf beim Glühen von Metalloxyden das Gefäß nicht bis zum Weißglühen kommen lassen, wenn es solche Oxyde enthält, die zum Sauerstoff nicht sehr starke Verwandtschaft haben; z. B. Oxyde von Bley, Wismuth, Kupfer, Kobalt, Nickel, Antimon; denn diese Oxyde werden zwar für sich selbst nicht reducirt, wohl aber in Berührung mit dem Platin, und legiren nun die innere Seite des Metalls. Das fremde Metall läßt sich durch abwechselndes gelindes Glühen und Behandlung mit Säuren zwar wieder ausziehen, allein die inwendige Seite des Platingefäßes ist dann so porös geworden, daß man es als verdorben ansehen muß. — Man muß ferner, wenn der Tiegel in heftiger Glut ist, die Berührung seiner äußern Oberfläche mit fremden Metallen, mit Arsenikdämpfen, ja selbst die unmittelbare Berührung mit den als Feuermaterial dienenden Kohlen verhindern; weil durch die Asche der letztern das Platin sich nach und nach in Siliciumplatin verwandelt, dadurch spröde, brüchig, und endlich schmelzbar wird. — Risse an Platintiegeln können mit Gold ausgefüllt werden, aber man darf einen solchen Tiegel nicht so stark glühen, denn dann zieht sich das Gold in das Platin hinein und der Riß öffnet sich leicht wieder. — Die von innen angelaufenen Platin-

tiegel lassen sich am beßten dadurch reinigen, daß man Kochsalz darin schmilzt. — Man hat auch angefangen, Kochgefäße aus Kupfer zu verfertigen, die mit einem dünnen Häutchen von Platin, nach Art des Plaited der Engländer, überzogen werden. — Cooper hat gezeigt, daß der Niederschlag, den man aus einer Auflösung von Platin mit salpetersaurem Queckſilberoxydul erhält, nach dem Trocknen und der Sublimirung des gefällten salzsauren Queckſilbersalzes, mit gewöhnlichem Straß oder Fluß das reinste schwarze Email giebt.— Das Platin wird jetzt in Amerika auch gemünzt.

Vom Golde (Aurum s. Sol, Or, Au = 248,60).

166. Eigenschaften. — Das Gold, dessen Geschichte und vornehmste Anwendungen mit denen des Silbers übereinkommen, ist fest, gelb, sehr glänzend, geschmack- und geruchlos. Es ist das hämmerbarste und streckbarste aller Metalle. Man macht sehr feine Drähte daraus (nach Muschenbroek verfertigte ein Augsburger Künstler aus einem Gran Gold einen 500 Fuß langen Draht), und schlägt es zu Blättern von 0,00009 Mill. (0,00004 Zoll) Dicke. Seine Tenacität ist sehr groß; seine Härte gering (im reinen Zustande kaum größer als die des Bleys). Sein spec. Gewicht 19,257 (bis 19,650). Tillet und Mongez haben es in Oktaedern krystallisirt erhalten; (auch in kleinen vierseitigen Pyramiden krystallisirt es bei langsamen Erkalten; — nach Charlton erhält man es in krystallinischen Fäden, wenn Goldamalgam mit Salpersäure gekocht wird; das Queckſilber löst sich auf und das Gold bleibt in der bemerkten Form zurück).

Das Gold ist minder schmelzbar, als das Silber; es schmilzt erst über der Rothglühhitze, bei ungefähr 32° Wedgw. (nach Daniell bei 3479° F.) (wobei es mit einer meergrünen Farbe leuchtet, die beim Erkalten wieder gelb wird). Jedoch läßt es sich in einem Reverberirofen schmelzen. (Das Gold zieht sich beim Erkalten mehr als irgend ein Metall zusammen, und läßt sich also nicht zu gegossenen Arbeiten anwenden). Es ist im gewöhnlichen Schmelzfeuer nicht flüchtig; (wenn es aber im Focus eines starken Brennglases geschmolzen wird, so verdunstet es, und wenn man eine silberne Scheibe einige Zoll darüber hält, wird sie von den Dämpfen vergoldet). Das Gold zeigt (für sich) weder in der Kälte noch in der Wärme die geringste Wirkung auf das Sauerstoffgas oder die atm. Luft (obwohl es in Verbindung mit andern oxydirten Körpern oxydirt, und in diesem Zustande sogar verglast werden kann). Höchstens läßt es sich durch eine starke el. Entladung mit dem Srst. verbinden (131 bis): wir sagen höch-

stens; denn obwohl das Gold bei diesem Versuche seinen Metallglanz verliert und sich in ein purpurfarbnes Pulver verwandelt, welches das äußere Ansehn eines Oxyds hat, so sehen doch mehrere Chemiker dieses Pulver nur für sehr fein zertheiltes metallisches Gold an. (Wirklich erhält man diesen Purpurstaub so wohl, wenn goldne Drähte von elektrischen Schlägen in Wasserstoffgas verflüchtigt werden, als auch wenn das Gold aus einer sehr verdünnten Auflösung von solchen Stoffen niedergeschlagen wird, die es reduciren).

Das Gold verbindet sich mit fast allen Metallen, dem Phosphor, dem Schwefel, dem Chlor, dem Jod; aber nicht mit dem Wasserstoff, dem Bor, dem Kohlenstoff, dem Stickstoff.

Natürliches Vorkommen. — Das Gold kommt nie anders, als in gediegenem Zustande, oder mit sehr wenig Silber, Kupfer, Eisen in Verbindung vor. Manchmal ist es in Kuben, Oktaedern u. s. w. krystallisirt, welche kleine dendritische Gruppen bilden; am häufigsten findet es sich auf verschiedenen Gängen in vereinzelten Blättchen oder in Körnern. Es bildet niemals Lager für sich allein, sondern wird immer mit verschiednen andern Substanzen angetroffen, wo es bald in sichtbaren, bald in nicht wahrnehmbaren Theilen eingesprengt ist. Am reichhaltigsten sind die goldhaltigen Gänge von Schwefelsilber, welche durch die Uebergangsgebirge streichen, und sich überall genau in der nämlichen Lage finden; wohin die Bergwerke in Mexico und Peru, in Ungarn und Siebenbürgen gehören. Das Gold findet sich auch in Blättchenform in manchen Arten von Sand, die außerordentlich verbreitet auf der Erdoberfläche sind, allenthalben das nämliche Alter zu haben und einer sehr neuen Formation anzugehören scheinen. Solcher Sand bedeckt in Brasilien einen unermeßlichen Raum, und das Gold findet sich darin reichlich mit Platin, Diamanten u. s. w. Eben so trifft man dergleichen in Chili, in Neu-Granada und selbst in Mexico und Peru. Auch in Europa kommt viel goldhaltiger, obwohl minder ergiebiger, Sand vor, und die Goldtheilchen, die gewisse größere und kleinere Flüsse mit sich führen, werden wahrscheinlich aus solchen Ablagerungen mit fortgeschwemmt. Vermuthlich wird auch in Afrika das Gold aus dem Sande gewonnen, namentlich in Kordofan, zwischen Darfour und Abyssinien, in der Gegend von Bambuck und am Fuße der Gebirge, von welchen der Senegal, der Gambia und der Niger entspringen u. s. w. (Mitunter werden ziemlich bedeutende Massen gediegnen Goldes gefunden).

Gewinnung. — Man sucht das Gold allenthalben zu gewinnen, wo es sich findet. Der goldhaltige Sand wird durch Waschen behandelt und liefert mehr Gold, als die eigentlich so genannten Golderze. Diese werden manchmal durch Schmelzen, gewöhnlicher

durch Queckſilber behandelt. Das meiſte Gold kommt aus dem ſüdlichen Amerika. Man ſchätzt den jährlichen Betrag deſſen, was es liefert, auf 17291 Kilogr. (49414 Pf.); während ganz Europa jährlich nur 1409 Kilogr. (3920 Pf.) giebt, wovon 1250 auf die Ungariſchen und Siebenbürgiſchen Bergwerke kommen.

Anwendung. — Das Gold wird, wie das Silber, zur Verfertigung von Gefäßen, Schmuck, Geräth, ſo wie zum Münzen angewandt. Dadurch, daß man es in einem Gemiſch aus Salpeterſ. und Salzſ. auflöſt und ſalzſaures Zinnprotoxyd in die Flüſſigkeit gießt, erhält man den Caſſiusſchen Goldpurpur (1074). So auch bereitet man das pulverige Gold, deſſen man ſich zur Porzellanvergoldung bedient, durch Auflöſung von Gold in dem genannten Säurengemiſch und Zuſatz von ſchwefelſaurem Eiſen zur Auflöſung. Die Goldpräparate werden zuweilen gegen Syphilis (und Skropheln) angewandt. Beſonders hat ſie Chreſtien in dieſer Hinſicht empfohlen, und ſowohl innerlich gegeben, als auch mit indifferenten Pulvern in Zahnfleiſch und Zunge eingerieben. † Die allgemeinen Wirkungen der Goldpräparate auf den Organismus beſtehen in Erhöhung der Thätigkeit des ganzen Lebensproceſſes, Beſchleunigung des Blutumlaufs, Erhöhung der Körperwärme, reizender Wirkung auf den Magen, Erweckung einer heitern Gemüthsſtimmung, Beförderung kritiſcher Erſcheinungen durch Schweiß, Urin, Speichelfluß.

Vom Iridium (Iridium, Iridium, Ir = 60).

167. Eigenſchaften. — Das Iridium, von Descoſtils im J. 1803 entdeckt, und kurz darauf von Fourcroy, Vauquelin, Tennant unterſucht, iſt feſt, faſt eben ſo weiß, als das Platin, geruchlos, geſchmacklos. Das Iridium iſt noch nicht geſchmolzen worden (außer durch das Newmanſche Gebläſe und von Children mittelſt ſeines mächtigen Voltaiſchen Apparats. Er erhielt es als ein ſprödes poröſes Metallkorn von 18,680 ſpec. Gew.). Weder durch Sauerſtoffgas noch durch atm. Luft wird es bei einer bekannten T. verändert. Unter den einfachen verbrennlichen Körpern iſt es bis jetzt blos mit dem Schwefel und einigen Metallen, dem Bley, Kupfer, Zinn, Silber in Verbindung gebracht worden.

Keine Säure vermag es anzugreifen; calcinirt man es aber mit Kali oder Natrum oder ſalpeterſaurem Kali in einem Tiegel, ſo oxydirt es ſich und verbindet ſich dann mit dieſen Alkalien (Ann. de Ch. tome XLVIII, XLIX, L, LII.).

Es beſtimmt, wie das Platin, das Palladium u. ſ. w. den Erſt.

und Wasserstoff, bei der gewöhnlichen Temperatur sich mit einander zu verbinden. (S. den letzten Band; Zusätze).

Natürliches Vorkommen. — Dieß Metall kommt von Natur nur mit dem Osmium legirt vor und ist in diesem Zustande mit dem Platin unter Gestalt kleiner, letzterm sehr ähnlichen, Körner gemengt. Es ist sehr selten, ohne Nutzen, und nur auf verwickeltem Wege zu erhalten (1212).

Sechstes Buch.

Von den Verbindungen der verbrennlichen Körper unter einander.

Wir werden dieß Buch in drei Capitel theilen, und zwar im ersten von den Zusammensetzungen handeln, die aus der Verbindung der nicht metallischen verbrennlichen Körper unter einander hervorgehn; im zweiten von der Verbindung der nicht metallischen verbrennlichen Körper mit den Metallen; und im dritten von der Verbindung der Metalle unter einander, oder den Legirungen.

Erstes Kapitel.

Von den wechselseitigen Verbindungen der nicht metallischen verbrennlichen Körper.

Wir werden uns mit diesen Verbindungen nach derselben Ordnung beschäftigen, in der wir die verbrennlichen Körper untersucht haben. Sie sind bei Weitem nicht so zahlreich, als sie seyn könnten, da sich nicht alle verbrennliche Körper mit einander verbinden. Die meisten derselben sind binär, blos einige ternär.

Erster Artikel.

Von den Verbindungen des Wasserstoffs mit den einfachen nicht verbrennlichen metallischen Körpern.

168. Der Wasserstoff vermag sich zu verbinden 1) mit jedem dieser Körper, ausgenommen dem Bor; 2) mit dem Kohlenstoff und dem Stickstoff, mit welchem er eine eigenthümliche Säure bildet, die wir später unter dem Namen Blausäure kennen lernen werden.

Außer diesen Zusammensetzungen giebt es noch andre, in welche der Wasserstoff eingeht: so das salzs., jodwasserstoffs., schwefelwasserstoffs., selenwasserstoffs. und blaus. Ammoniak oder die Verbindungen des Chlorwasserstoffs, Jodwasserstoffs, Schwefelwasserstoffs, Selenwasserstoffs, gekohlten Stickstoffwasserstoffs mit dem Stickstoffwasserstoff.

Von der Verbindung des Wasserstoffs mit dem Kohlenstoff.

169. Der Wasserstoff verbindet sich mit dem Kohlenstoff unter einer Menge von Umständen zu gekohltem Wasserstoffgas. So gehört dieß Gas zu den Producten der Verdauung, entbindet sich aus den Sümpfen, ist häufig in den Steinkohlenschachten anzutreffen, bildet sich jederzeit bei fauliger Zersetzung, in welche thierische und pflanzliche Stoffe, sich selbst überlassen, gerathen; namentlich aber erzeugt es sich bei der Destillation solcher Stoffe, wenn sie fett sind; ja es lassen sich kaum chemische Versuche über organische Substanzen anstellen, ohne daß man mehr oder minder mit diesem Gas zu thun bekommt.

Dieß Gas ist nicht immer von einerlei Zusammensetzung; hierüber sind alle Chemiker einig; nicht so aber über die Zahl seiner Zusammensetzungen. Nach Brande giebt es blos eine einzige; nach Henry und Dalton zwei oder drei, nach Berthollet eine viel größere Menge. Die Meinung von Henry und Dalton scheint uns die wahrscheinlichste (und ist auch die am allgemeinsten angenommene).

Wie dem auch sey, wenn wir bemerken, 1) daß die gewöhnliche Kohle immer Wasserstoff in wirklicher Verbindung und in festem Zustand enthält; 2) daß nach den Versuchen von Theodor de Saussure das Naphtaöl und das concrete Rosenöl nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff zu bestehen scheinen; 3) daß dieß auch nach Labillardière von der Zusammensetzung des Terpentinöls gilt, so ergiebt sich, daß sowohl feste als tropfbare und gasförmige Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Kohlenstoff Statt finden. Wir erwähnen von den ersten nichts, als daß die wasserstoffhaltige, d. i. die gewöhnliche, Kohle vielleicht noch etwas Sauerstoff enthält; daß sie dem Wasserstoff ihre Eigenschaft verdankt, mit Flamme zu brennen, und daß sie ein schlechter Wärmeleiter ist. Von den zweiten werden wir erst bei Abhandlung der vegetabilischen Substanzen sprechen; und wir bleiben somit jetzt nur bei Betrachtung der gasförmigen Zusammensetzungen von Kohlenstoff und Wasserstoff stehen.

Vom ölbildenden Gas oder doppeltgekohltem Wasserstoffgas *) (Hydrogène deuto- ou bi- carboné, gaz oléfiant, HC).

170. Eigenschaften. — Das doppelt gekohlte Wasserstoffgas ist gasförmig, farblos, geschmacklos. Es löscht brennende Körper aus. Sein Geruch ist etwas brenzlich. Mehrere Chemiker haben seine Dichtigkeit bestimmt. Nach Th. von Saussure ist sie 0,9852, nach Henry 0,967; nach Thomson 0,9745. Die Rechnung läßt sie gleich 0,9816 finden (113).

Dieß Gas läßt sich durch die Hitze zersetzen und giebt dabei nach Berthollet zu den verschiedenen, jetzt zu erörternden, Erscheinungen Anlaß.

Setzt man es der kirschrothen Glühhitze aus, so setzt es einen Theil des Kohlenstoffs ab, den es enthält, und verdoppelt ziemlich sein Vol. Bei progressiver Erhöhung der T. über die kirschrothe Glühhitze, setzt es immer größere Quantitäten Kohlenstoff ab, und nimmt immer mehr an Vol. zu; endlich, wenn man es der stärksten Hitze aussetzt, die sich in einem Schmelzofen hervorbringen läßt, so setzt es fast allen Kohlenstoff ab, den es enthält, nimmt das drei- oder vierfache Vol. von dem, was es zuerst besaß, an, und mithin ein um mehr als die Hälfte größeres von dem des Wasserstoffs, der in seine Zusammensetzung eingeht (171); Resultate, aus denen der genannte Chemiker folgert, daß sich Wasserstoff und Kohlenstoff in einer großen Menge von Verhältnissen zu verbinden vermögen [1]). Sollte

---

*) In wiefern man es als die Zusammensetzung des Wasserstoffs mit dem größten Verhältniß Kohle betrachtet, auch Wasserstoffpercarbonid genannt; welchen Namen es jedoch nicht behalten kann, wenn sich das Daseyn der unter (172) beschriebenen Zusammensetzung bestätigt.

1) Zur Wiederholung dieses Versuchs muß man sich des, von Berthollet selbst angewandten, Apparats bedienen, welcher eine Prüfung der Gasarten zu allen Zeiten der Operation verstattet. Folgendes ist seine Beschreibung (S. Taf. XIX.).

A, A', B, B', Gefäße von Holz oder Metall, mit Hähnen V, V', K, K' versehen.

S, S' kleine Röhren, welche an die Hähne V, V' gefügt sind, und auf den Boden der Gefäße B, B' herabgehen.

C, C', Glocken, welche Hähne T, T' tragen und in die Gefäße B, B' tauchen.

D, D' hölzerne Träger, auf welchen die Glocken C, C' ruhen.

E, E' kleine gläserne Röhren, welche die Glocken C, C' mit den Röhren F, F', in denen gut getrocknetes Chlorcalcium zur Verschluckung des hygrometrischen Wassers der Gasarten enthalten ist, entbinden.

G, G' andre Glasröhren zur Vermittlung der Verbindung zwischen den Röhren F, F' und der Porzellanröhre H, H', welche durch einen Ofen gelegt ist.

diese große Zunahme des Volumens nicht von etwas Wasser aus den Stöpseln und dem Kitt herrühren?

Das ölbildende Gas wird nach Henry und Dalton vollständig durch das elektrische Fluidum zersetzt. Als sie nämlich eine große Menge Funken durch eine kleine Menge dieses Gases hatten schlagen lassen, fanden sie, daß sich sein Volumen ziemlich (sensiblement) verdoppelt hatte, daß das neue Gas nur reines Wasserstoffgas war, und daß sich aller Kohlenstoff an den Wänden des Gefäßes absetzte (Philos. Chim. von Dalton, 2. Th. p. 441).

Das ölbildende Gas wird bei der gewöhnlichen T. weder durch das Sauerstoffgas, noch durch die atm. Luft zersetzt; wohl aber durch eins wie das andre bei einer erhöhten T.; allein nur bei sehr vorwaltendem Sauerstoffgase erfolgt die Verbrennung vollständig. Jedenfalls bildet sich Wasser und Kohlensäure unter Entbindung von Wärmestoff und Licht. Man tauche ein brennendes Licht in ein Gefäß voll ölbildendem Gas, sogleich wird es Feuer fassen und mit einer weißen Flamme, fast wie Ruß, brennen. Man fülle eine kleine Flasche mit einem Gemenge aus 1 Theil ölbildendem Gas und 4 Theilen Sauerstoffgas; umwickle sie mit einer Serviette und nähere ihren Hals

---

J, kleine gekrümmte Röhre, an die Röhre E' gelöthet und in ein Schälchen Z tauchend.

Ist der Apparat auf diese Weise eingerichtet, so öffnet man die Hähne T, T', und nimmt das Schälchen Z weg, in welches die Röhre J taucht. Man füllt die Gefäße B, B' bis zum Gipfel der Glocken mit Wasser, die, da ihre Luft durch die Röhre J entweicht, hiedurch bald selbst voll Wassers werden. Darauf verschließt man die Hähne T, T', läßt die Röhre J in das Schälchen Z tauchen und nun das doppelt gekohlte Wasserstoffgas unter die Glocke C anlangen. Zugleich läßt man einen Theil des Wassers aus dem Gefäße B durch den Hahn K ausfließen, so daß das Wasser in diesem Gefäße und das im Innern der Glocke C immer ziemlich auf dem nämlichen Niveau bleiben. Wenn die Glocke C, bis auf rückständige 7 oder 8 Centimeter, mit Glas gefüllt ist, so öffnet man die Hähne T, T' und den Hahn V. Das Wasser, was aus letzterm strömt, treibt das, in der Glocke C enthaltene, Gas fort, welches, durch den ganzen Apparat hindurchstreichend, sich in die Glocke C' begiebt. So wie es anlangt, öffnet man den Hahn K', um einen angemeßnen Theil des, im Gefäß B' enthaltenen, Wassers ausfließen zu lassen. Wenn alles Gas, mit welchem man operirt hat, in die Glocke C' übergegangen ist, und die Glocke C sich wiederum voll Wasser findet, so läßt man das Gas in diese Glocke C zurücksteigen, indem man die Hähne V' und K öffnet und die Hähne V und K' verschließt, um nun das Gefäß B' mit Wasser zu füllen, und das Gefäß B gehörig zu entleeren. Auf diese Weise kann man das ölbildende Gas so oft als man will, durch die glühende Röhre streichen lassen, und sich das Gas von verschiednen Zeitpuncten der Operation verschaffen, indem man den Hahn der Glocke, in die es sich begiebt, verschließt. Denn fährt man fort, es aus der entgegengesetzten Glocke durch den Druck des Wassers auszutreiben, so wird es nothwendig durch die Röhre J austreten müssen, und sich wie gewöhnlich unter einer Glocke auffangen lassen (S. tome II et III. Mémoires d'Arcueil).

einem brennenden Lichte; es wird plötzlich eine gewaltsame Detonation erfolgen. Selbst wenn das Gemeng viel weniger Sauerstoffgas enthielte, würde es noch detoniren; dann aber nicht aller Kohlenstoff verbrannt werden. Will man die Producte auffangen, so muß man den Versuch in dem Queckſilbereudiometer anstellen.

Wiewohl das ölbildende Gas leicht brennt, läßt es sich doch mittelst eines Lichts nicht durch ein Metallgewebe hindurch entzünden (84). (Vorzüglich die Bildung dieses Gases im brennenden Docht ist es, welche die leuchtende Flamme desselben verursacht).

Das Wasser löst eine sehr kleine Menge davon auf (s. Absorption der Gasarten). Unter allen nicht metallischen verbrennlichen Körpern sind nur drei, der Schwefel, das Chlor und das Jod, deren Wirkung auf das ölbildende Gas gehörig untersucht ist. Der Schwefel schlägt bei der Lampenhitze den Kohlenstoff daraus nieder und verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Schwefelwasserstoffgase. Die Wirkung des Chlors und Jods wird unter (171 a) und 171 b)) beleuchtet werden.

Natürliches Vorkommen, Zubereitung. — Das ölbildende Gas kommt nicht in der Natur vor. Man erhält es, indem man ein Gemeng aus 1 Gewichtstheil Alkohol und 4 Theilen conc. Schwefelsäure gelind erwärmt. Man thut das Gemeng in eine Glasretorte, fügt an ihren Hals eine Röhre, welche unter Flaschen voll Wasser tritt und erhitzt die Retorte allmälig; der Alkohol zersetzt sich, und unter den Producten dieser Zersetzung entbindet sich auch das ölbildende Gas. Außerdem setzt sich Kohle ab; dem ölbildenden Gas selbst aber ist schwefelige Säure und kohlensaures Gas beigemengt: daher es nöthig ist, es mit einer schwachen Auflösung von kaustischem Kali oder Natron zu schütteln, um es hievon zu befreien. Was geht bei dieser Operation vor? Bemerken wir, daß sich der Alkohol seiner Zusammensetzung nach betrachten läßt als bestehend aus 100 Th. ölbildendem Gas und 63,58 Theilen Wasser. Begreiflich muß man mithin durch einen Körper, der eine starke V. zum Wasser besitzt, den Alkohol in Wasser und ölbildendes Gas zerlegen können. Nun ist die V. der Schwefelsäure zum Wasser wirklich sehr groß, und hiedurch die Erklärung der angeführten Resultate gegeben. Der sich absetzende Kohlenstoff, so wie das schwefeligsaure und kohlensaure Gas, kommen erst nach einiger Zeit zum Vorschein und rühren offenbar von Zersetzung eines Theils der Schwefelsäure durch den Wasserstoff und Kohlenstoff des Alkohols her. (Nach Lampadius läßt sich auch das ölbildende Gas durch Leiten von Alkoholdämpfen über Kupfer in glühenden Porzellanröhren bereiten, worauf es, wie das vorhin erhaltene gereinigt wird).

171. Zusammensetzung. — Man mittelt das Verhältniß

der Bestandtheile des ölbildenden Gases durch Verbrennung desselben im Queckſilbereudiometer aus. Nachdem man das Eudiometer vorgerichtet hat, läßt man ein Vol. ölbildendes Gas und 5 Vol. Sauerstoffgas hineinsteigen; entzündet darauf das Gemeng durch den el. Funken, um es in W., welches sich verdichtet, und in kohlens. Gas, welches mit dem überschüssigen Sauerstoff gemengt bleibt, zu verwandeln; mißt den Rückstand und schüttelt ihn mit einer Auflösung von kaustischem Kali, wodurch das kohlensaure Gas absorbirt wird, und nur das überschüssige Sauerstoffgas noch als Rückstand bleibt.

Gesetzt die Operation werde mit 1 Vol. ölbildendem Gas angestellt; man wird 2 Vol. kohlensaures Gas und einen Rückstand von 2 Vol. Sauerstoffgas erhalten: wonach 3 Vol. Sauerstoffgas absorbirt worden sind. Nun enthält das kohlensaure Gas ein dem seinigen gleiches Vol. Sauerstoffgas: mithin kommen von den drei Vol. verschluckten Sauerstoffgases 1 auf den Wasserstoff und 2 auf den Kohlenstoff. Zwei Vol. kohlensaures Gas enthalten aber 2 Vol. Kohlenstoffdunst; 1 Vol. Srst. ist 2 Voluminibus Wasserstoff äquivalent, mithin muß 1 Vol. ölbildendes Gas aus 2 Vol. Wasserstoffgas und 2 Vol. Kohlendunst, verdichtet zu einem einzigen Vol., zusammengesetzt seyn. In der That, wenn man das Doppelte der Dichtigkeit des Wasserstoffgases zum Doppelten der Dichtigkeit des Kohlenstoffdunstes addirt, d. i. 0,1376 zu 0,844, erhält man 0,9816, welche Zahl genau die Dichtigkeit des ölbildenden Gases ausdrückt.

Geschichtliches. — Das ölbildende Gas wurde zum erstenmal von den Holländischen Chemikern beobachtet, welche ihm den Namen, den es gewöhnlich führt, deßhalb gaben, weil es durch Wirkung auf das Chlor eine Materie von ölartigem Ansehen bildet. Ihre Abhandlung datirt sich von 1796 [1]; man findet darin eine große Menge von Versuchen, welche seitdem von verschiednen Chemikern wiederholt worden sind, und zu denen Henry [2], Dalton [3], Bertholllet [4], Thomson [5], Th. von Sauſſure [6], Robiquet und Colin [7], Brande [8] viel hinzugefügt haben.

Anwendung. — In England bedient man sich mit Vortheil

---

1) Journ. de phys. tome XLVI. pag. 178. — Annales de Chim. tome XXI.

2) Bibl. britann. tome XLI. pag. 324. — Traité de Chimie. — Ann. de Chim. et de Phys. tome XVIII. pag. 72.

3) Philosophie chim. tome II. pag. 437.

4) Mémoires d'Arcueil, tome I et II.

5) Traité de Chimie.

6) Ann. de Chim. tome LXXVIII.

7) Ann. de Chim. et de Phys. tome I et II.

8) Idem, tome XVIII. pag. 66. et tome XIX. pag. 196.

der Gasarten, welche durch Destillation von Steinkohlen, oder von Oel bei einer Rothglühhitze erhalten werden, zur Beleuchtung, ein Verfahren, welches auch in Frankreich (und mehrern Orten in Deutschland) Eingang zu finden scheint, wo der Ingenieur Lebon es vor ungefähr zwei und zwanzig Jahren entdeckte.

Die Gase, welche man so erhält, sind Gemenge in verschiednen Verhältnissen aus mehr oder minder gekohltem Wasserstgase, aus Wasserst. und aus Kohlenoxyd. Die Gase aus der Steinkohle enthalten außerdem noch Stickstgas, kohls. Gas und Schwefelwasserstgas, welche man mit Sorgfalt abscheidet. Die Gasarten aus dem Oel scheinen ein neues Gas, eine dritte gasförmige Verbindung von Kohlst. und Wasserst., zu enthalten, worin nämlich das Verhältniß des Kohlsts zum Wasserst. das doppelte von dem im ölbildenden Gas, und das vierfache von dem im schlechthin sogenannten Kohlwasserstgas (s. 171 bis) ist (172). Die Dichtigkeit der Gasarten, welche aus der Steinkohle erhalten werden, ist sehr verschieden. Im Anfang der Destillation aufgefangen, wiegen sie ungefähr 0,740, zu Ende nur 0,345: dann enthalten sie viel mehr Wasserstgas und weniger ölbildendes Gas: auch eignen sie sich dann minder gut zur Gasbeleuchtung. (Dr. Harry, Annales d. Ch. et de Ph. t. XVIII., p. 81).

† Nach Henry geben die verschiedenen Steinkohlenarten auch verschiedene Mengen von ölbildendem Gas, und sind daher für die Gasbeleuchtung nicht von gleicher Brauchbarkeit. So giebt z. B. die englische Cannelkohle $\frac{1}{3}$ mehr Licht, als die gewöhnliche Steinkohle. Nach demselben enthält das, durch Zersetzung von Thran erhaltene, Gasgemenge 0,38 bis 0,40; das beßte aus Steinkohlen erhaltene, Gas aber nur 0,13 ölbildendes Gas. Das durch trockene Destillation von Holz erhaltene Gasgemenge enthält kein ölbildendes Gas, und brennt darum mit einer wenig leuchtenden Flamme. Pfaff hat gefunden, daß diese brennbaren Gasarten, wenn man sie mit ihrem 2 bis $2\frac{1}{4}$ fachen Vol. Srstgas mischt, im Neumannschen Gebläse noch mit größerm Vortheile, als reines Wasserstgas gebraucht werden können, indem sie eine noch höhere T. hervorbringen und eine größere Menge von Knallgas auf einmal angewendet werden kann, weil diese Gasarten weniger leicht entzündlich sind, als das reine Wasserstgas und daher, ohne Gefahr einer Explosion, ein längeres Ausmündungsrohr gebraucht werden kann (Berzelius und Scholz).

† Die Anwendung des ölbildenden Gases zur Gasbeleuchtung selbst geschieht auf folgende Weise: Man destillirt Steinkohle in eignen gußeisernen Gefäßen bis zum Rothglühen und leitet das Gas, welches sich dabei entwickelt, durch ein Gemenge von Kalk und Wasser, durch welches das Schwefelwasserstoffgas und das kohls. Gas ver-

schluckt wird. Das übrig bleibende Gas ist nun ein Gemenge der beiden Kohlenwasserstoffarten mit etwas Kohlenoxydgas. Dieses Gasgemenge wird in großen Gasbehältern aus Eisenblech über W. gesammelt, aus welchen es dann durch einen ganz gelinden Druck von ¾ Zoll Wasserhöhe durch luftdichte Röhren zu der Stelle geleitet wird, wo es entzündet werden und brennen soll, die oft sehr weit entlegen seyn kann. (Ueber die beßte Einrichtung der Gasbeleuchtungsapparate und über den großen Umfang, welchen diese Beleuchtungsart in England gewonnen hat, siehe Accums, von Lampadius für Deutschland bearbeitete, Schriften). (Berzelius).

---

171. a) Oelbildendes Gas und Chlor.

Das Chlor kann auf drei verschiedene Arten auf das ölbildende Gas wirken. Taucht man ein brennendes Licht in ein Gemeng aus 2 Vol. Chlor und 1 Vol. ölbildendem Gas, oder setzt man es der directen Wirkung der Sonnenstralen aus, so entzündet es sich plötzlich und detonirt mit Zurücklassung salzsaurer Dämpfe von stechendem Geruch und eines Niederschlags an Kohle. Wird aber dies Gemeng bei der gewöhnlichen T. dem verbreiteten Tageslicht ausgesetzt oder ins Dunkel gestellt, so verbindet sich das ölbildende Gas mit einer gewissen Quantität Chlor zu einer tropfbaren Flüssigkeit, welche sich an den Wänden des Gefäßes absetzt, und von den holländischen Chemikern zuerst beobachtet wurde (Kohlenwasserstoffchlorid, Chloräther, hydro-carbure de chlore). Dieser Versuch läßt sich sehr in die Augen fallend so anstellen, daß man das ölbildende Gas und das Chlor nach einander unter eine Glocke voll Wasser bringt; bald steigt das Wasser sehr sichtlich in die Höhe und das Kohlenwasserstoffchlorid erscheint an der Oberfläche oder hängt sich an die Wände der Glocke unter Gestalt von Tropfen, die ein ölartiges Ansehn haben, an. Die dritte Wirkungsart des Chlors findet dann Statt, wenn es in sehr großem Ueberschuß vorhanden ist und dem Einfluß der Sonnenstralen ausgesetzt wird, Dann erzeugt sich salzs. Gas und Kohlenstoffchlorid (181 bis).

Um sich das Khlwsstchlorid in ziemlich großer Menge zu verschaffen, verfährt man am besten so, daß man in einen großen Ballon einerseits einen Strom ölbildendes Gas, andrerseits einen Strom Chlor steigen läßt. Beträgt das Vol. des Chlors das Doppelte von dem Vol. des andern Gases, so wird die entstehende Fl. sehr sauer seyn, und weiße Dämpfe, herrührend von der sich bildenden Salzs., verbreiten. Bei umgekehrtem Verhältniß wird dieß nicht der Fall

seyn; dann aber ein Theil ölbildendes Gas frei bleiben. Leitet man endlich die Gasarten langsam und zu gleichen Volumtheilen in den Ballon, so werden sie fast völlig zu ölartiger Fl. zusammentreten, ohne Hinterlassung anderweiter fester oder gasförmiger Producte. Man wird übrigens, um die Fl. rein zu erhalten, sie immer noch mit einer kleinen Quantität W. zu waschen haben, um sie von der freien S. oder dem färbenden Stoff, den sie enthalten könnte, zu befreien.

Das so erhaltene Khlwsstchlorid ist farblos, süß (sucré), ohne Wirkung auf die Lackmustinctur, von angenehmen, ätherähnlichen Geruch. Sein spec. Gewicht ist 1,22; das seines Dunstes 3,4484; seine Spannkraft bei 9°,3, 0,6265 Meter, und sein Siedpunct 66°,74.

In einer kleinen Retorte über das Feuer gebracht, kocht es erst und färbt sich dann sehr merklich. In einen etwas erwärmten silbernen Löffel gegossen, fängt es bei Annäherung eines brennenden Körpers Feuer, bringt eine grüne Flamme mit dickem, stechenden, sauren, viel Ruß absetzenden, Rauch hervor; woraus sich schließen läßt, daß dann der Wsst. und das Chlor zusammentreten, und der Khlst. frei wird. Diese Resultate erhält man auch, wenn man es durch eine glühende Röhre streichen läßt: nur entbindet sich dann noch eine gewisse Quantität brennbares Gas (Gas inflammable). Durch Chlor wird es in Salzs. und Khlstchlorid verwandelt (181 bis).

Kali, Natrum und Ammoniak haben bei der gewöhnlichen T. nur eine schwache Wirkung auf dasselbe. Es ist noch nicht direct analysirt worden; zieht man aber in Betracht, daß die Dichtigkeit seines Dampfes gleich der des Chlors plus der des ölbildenden Gases ist, so läßt sich als sehr wahrscheinlich ansehen, daß es aus gleichen Volumtheilen Chlor und ölbildendem Gas besteht (Robiquet und Colin, Ann. de Chim. et de Phys. t. I und II.).

Außer der hier beschriebenen Verbindung zwischen dem Chlor und ölbildenden Gas giebt es noch eine andre, welche zweimal so viel ölbildendes Gas, als die vorige enthält; da sie jedoch nicht direct erhalten wird, und sich nur durch Wirkung des Chlors auf den Alkohol gut bereiten läßt, so werden wir erst bei letzterm von ihr handeln (1577)

---

171. b) Oelbildendes Gas und Jod.

In welchem Verhältniß die verschiedenen Verbindungen zwischen ölbildendem Gas und Jod, die mehrere Chemiker beobachtet haben, zu einander stehen, ist noch nicht gehörig ausgemittelt. Die Resultate der Untersuchungen von Faraday und Serullas darüber sind der Hauptsache nach folgende.

Faraday beobachtete, daß, wenn man den Sonnenstralen ölbildendes Gas mit Jod in verschiedenen Verhältnissen aussetzt, nach Verlauf einiger Zeit farblose Krystalle durch die Vereinigung beider Körper, ohne Anschein freier S., erzeugt werden. Eine Kaliauflösung entfernt den Ueberschuß von Jod, den die neue Zusammensetzung enthalten könnte. Diese Zusammensetzung ist fest, weiß, krystallinisch, zerreiblich, dichter als die conc. Schwefels., schlechter Elektricitätsleiter. Ihr Geschmack ist süß (donce), ihr Geruch aromatisch. Sie läßt sich unverändert schmelzen und sublimiren, und man sieht sie alsdann sich an den obern Theil der Gefäße in Platten, Nadeln, oder durchsichtigen Prismen anhängen. Nur bei einer sehr hohen T. zersetzt sie sich. Wasser, Alkalien und Säuren lösen sie nicht auf, dagegen ist sie aufl. in Alkohol und Aether. Um sie zu verbrennen, muß man sie in die Mitte der Flamme der Weingeistlampe bringen; Dämpfe von Jod und von Jodwasserstoffsäure, und ohne Zweifel auch W. und Khls. sind das Product dieser Verbrennung. Endlich, obwohl unlöslich in den Alkalien, wird sie doch langsam durch die Wirkung einer Kalianfl. zersetzt (Ann. de Ch. et de Ph. XVIII. 48).

Hat man diese Zusammensetzung zu betrachten als eine Verbindung von Hydriod mit Khlst. oder von ölbildendem Gas mit Jod? Faraday war für die letztre Meinung; man ist indeß mehr der erstern gefolgt. Mir scheint jedoch die andre den Vorzug zu verdienen. In der That findet die größte Analogie zwischen den Eigenschaften des Jods und denen des Chlors Statt: alle beide müssen daher auch analoge Producte mit dem Khlwsst. bilden. Will man also den eben beschriebenen neuen Körper als Hydriod mit Kohlenstoff verbunden betrachten, so müßte man auch das unter (171 a) beschriebene Kohlenwasserstoffchlorid, bestehend aus gleichen Volumtheilen ölbildendem Gas und Chlor, für ein Hydrochlorid von Khlst. ansehn. Dieß aber wiederstreitet allen unsern Kenntnissen: denn 1 Vol. Chlor vermag nur die Hälfte des, in 1 Vol. ölbildendem Gas enthaltenen, Wssts zu absorbiren, woraus folgt, daß sich das Khlwsstchlorid nicht als ein Wasserstoffchlorcarbonid ansehn läßt u. s. f.

Eine andre Annahme würde die seyn, daß das Khlwsstchlorid aus Salzsäure und der, unter (172) zu beschreibenden, von Dalton entdeckten, Art gekohlten Wssstgases (Gas hydrogone quadri-carbêné) bestände: was in der That mit den Erscheinungen ganz wohl stimmt; wie aus Nachstehendem erhellt:

1 Vol. ölbildendes Gas kommt gleich { 2 Vol. Wasserstoffgas / 2 Vol. Kohlenstoffdunst.

1 Vol. Chlor, verbunden mit 1 Vol. Wssstgas, giebt 2 Vol. salzs. Gas oder Wasserstoffchlorid. Nimmt man nun von Einem Vol. ölbilden-

den Gases 1 Vol. Wasserstoffgas weg, so bildet das andre Vol. Wasserstoffgas, welches mit den 2 Vol. Khlstdunst in Verbindung bleibt, ½ Vol. des Daltonschen gekohlten Wasserstoffgases.

Man sieht also, daß die Zusammensetzung sich durch dieß ½ Vol. Daltonsches gekohltes Wasserstoffgas plus 2 Vol. Salzs. würden darstellen lassen. Die nämliche Theorie ließe sich dann unstreitig auch zur Erklärung der Erscheinungen, welche von der Wirkung des Jods auf das ölbildende Gas abhängen, anwenden.

† Auch Serullas hat zwei Verbindungen des ölbildenden Gases mit Jod, Khlwasserstoffprojodid und Khlwasserstoffdeutojodid oder erstes und zweites Kohlenhydriod, angegeben, von denen das Deutojodid mit der Faradayschen Verbindung, wiewohl auf einem andern Wege erhalten, identisch zu seyn scheint.

Da jedoch dieser Umstand noch nicht außer Zweifel gesetzt ist, so folgen hier hie Serullas'schen Untersuchungen über beide von ihm entdeckte Verbindungen besonders. Er findet es wahrscheinlich, daß das Projodid halb so viel Jod gegen die übrigen Bestandtheile enthält, als das Deutojodid.

Deutojodid. — Die Bereitung desselben ist folgende. Das gelbe Jodperchlorid (erhalten durch Zusammenbringen von Jod mit überschüssigem Chlorgas) wird mit seinem 5 bis 6 fachen Gewicht Alkohol von 34° vermischt; die Fl. ist anfangs trübe, hellt sich aber nach einiger Zeit auf. Man setzt der klaren Lösung in kleinen Mengen eine weingeistige Lösung von Kali zu, bis dieses ein wenig vorsticht. Es scheidet sich ein gelblicher Niederschlag von salzs. und saurem jods. Kali aus. Die Fl. nimmt eine zitronengelbe Farbe und süßen Geschmack an. Die klare Fl. wird abgegossen, das ausgeschiedene Salz mit Alkohol wohl gewaschen, und sämmtliche Flüssigkeiten verdampft. Aus dem stark abgedampften Fluidum schießt das Kohlenhydriod in Krystallen an, welche mit W. wohl gewaschen werden. — Auch läßt sich die Verbindung bereiten, indem man Chlorgas in Alkohol leitet, welchem mehr Jod beigemischt war, als er lösen konnte. Das entstandene Chlorjod wird mit Kali versetzt und übrigens wie vorher verfahren.

Eigenschaften des Deutojodids. — Es ist fest, krystallisirt in glänzenden Blättchen, hat eine citronengelbe Farbe, schmeckt, vorzüglich in seiner weingeistigen Aufl., süß, hat einen aromatischen, dem Safran ähnlichen, Geruch; ist ungefähr zweimal so schwer als W. — In W. ist es nicht merklich löslich; von Weingeist zu 33° erfordert es bei mittlerer T. 80, bei 30° R. 25 Theile zur Lösung. Aether nimmt den 7ten Theil davon auf. Auch fette und ätherische Oele lösen es leicht. Schwefel-, schweflige- Salpeter- und Salzsäu-

re, so wie wäßriges Chlor, verändern es nicht. An der L. verschwindet es nach einiger Zeit bei gewöhnlicher T. Bei 80° R. verflüchtigt es sich ohne Zersetzung, bei 96° schmilzt es, zersetzt sich kurz hernach, es erscheinen Joddämpfe, Blausäure entwickelt sich und eine glänzende Kohle bleibt als Rückstand. Ein Theil verflüchtigt sich aber auch unzersetzt. Chlorgas zersetzt es schnell, unter zischendem Geräusch, bildet Chlorjod, Salzs. und eine eigenthümliche weiße Kohlenstoffreiche Substanz, welche sich in fasrigen Flocken ablagert. Die Substanz ist unlösl. in W., leicht lösl. in Alkohol und Aether; beim Verdampfen des letztern bleibt sie als eine weiße, feste, sich fettig anfühlende, Masse zurück. Beim Erhitzen zersetzt sie sich, verbreitet einen kampferartigen Geruch und hinterläßt einen beträchtlichen Kohlenrückstand. Diese Substanz ist von den, von Faraday entdeckten, zwei Arten Chlorkhlst. verschieden, aber denselben ähnlich.

Die Zusammensetzung des Deutojodids anlangend, so besteht es nach Serullas in 1000 Th. aus 899, 2 Jod, 86,4 Khlst. und 14,4 Wsst.; oder 1 Atom Jod + 2 At. Khlst. + 2 At. Wsst.; oder 1 Atom Jod + 2 At. ölbildendes Gas.

Projodid. — Dieß lehrt Serullas aus dem vorigen, durch Entziehung von etwas Jod, folgendermaßen darstellen: Man mengt das Deutojodid mit seinem gleichen Gewicht Phosphorperchlorid genau in einer, mit einer einfach gebogenen Röhre versehenen, Phiole, deren Ende in sehr kaltes W. taucht, und erhitzt so lange vorsichtig, als noch bei gelinder Wärme Tropfen übergehen, die schnell darin untersinken. Diese trennt man vom W., wäscht sie mit etwas Aetzkalilösung ab, und übergießt sie mit ihrem 4 bis 6fachen Gewicht Vitriolöl, läßt sie damit, unter öfterm Umrühren, einige Zeit in Berührung und wäscht sie mit W.

Die Eigenschaften dieses Projodids sind: es ist tropfbar fl., von gelblicher Farbe, schwerer als Vitriolöl, hat einen eigenthümlichen, durchdringend angenehm ätherischen Geruch und starken anhaltend süßen Geschmack; es erregt eine kühlende Empfindung wie Pfefermünze im Munde. In W. ist es ein wenig lösl. und ertheilt ihm seinen Geruch und Geschmack. Von wäßrigem Chlor wird es nicht angegriffen, von Chlorgas aber schnell zerstört. Conc. Schwefels. verändert es nicht. An der L. und selbst in verschlossenen Gefäßen unter W. nimmt es schnell eine rothe, nach und nach dunkler werdende, Farbe an. Kalium wird davon nicht verändert; mit einer brennenden Kerze läßt es sich nicht entzünden. Erstgas, mit den Dämpfen dieser flüchtigen Substanz gesättigt, für sich, oder mit verschiedenen Mengen Erstgas gemengt, läßt sich nicht durch ein Licht oder den el. Funken entzünden. Die quantitativen Bestandtheile dieser Verbindung

sind noch nicht genau erforscht, doch vermuthet Serullas, daß sie das oben angegebene Verhältniß zum Deutojodid haben (Ann. de Ch. T. XXII. p. 172 und T. XXV. p. 311. Geizer Mag. f. Pharm. 1825 Febr.).

Vom Kohlenwasserstoffgase (schlechthin so genannt,)*) Wasserstoffprocarbonid, Sumpfluft, hydrogène proto-carboné, H^2 C).

171 bis. Im Schlamm der Sümpfe und aller stehenden oder langsam fließenden Gewässer kommt ein Gas vor, welches von Zeit zu Zeit in Gestalt zerplatzender Blasen an die Oberfläche des Wassers kommt und unstreitig von der Zersetzung herrührt, welche die organischen Stoffe namentlich im Sommer erfahren. Um dieß Gas aufzufangen, braucht man nur den schlammigen Grund umzurühren, und in demselben Augenblick umgekehrte, mit weiten Trichtern versehene, Flaschen voll Wasser darüber umzustürzen.

Durch die Analyse ergiebt sich, daß es, mit Beimischung blos von etwas khls. Gas, Stckstgas und manchmal Srstgas, sonst nur ein Khlwsstgas ist. Der Srst. läßt sich leicht durch den Phosphor bei der gewöhnlichen T. abscheiden, und die Khls. durch Kali (125 bis und 107); sieht man von den drei letztgenannten Gasarten ab, so absorbirt es dann beim Verbrennen das Doppelte seines Volumens an Srstgas und giebt ein, dem seinigen gleiches, Vol. kohls. Gas, welches zeigt, daß die Art Khlwasserstoffgas, aus der es fast ganz besteht, zusammengesetzt ist aus 2 Vol. Wsstgas und 1 Vol. Khlstdunst, die sich zu einem einzigen Vol. verdichtet haben, d. h. aus eben so viel Wsstgas und halb so viel Khlst. als das ölbildende Gas.

Von der nämlichen Beschaffenheit ist auch das entzündbare Gas in den Steinkohlenbergwerken (schlagende Wetter) welches vor der Entdeckung von Davy's Sicherheitslampe den Anbau einiger derselben so gefährlich machte.

Da das ölbildende Gas einen Theil seines Khlsts bei einer T. absetzt, welche kaum die des anfangenden Rothglühens übersteigt, so scheint es, als ob sich dieß Gas durch Anwendung eines angemeßnen Hitzegrades in gewöhnliches Khlwsstgas müßte verwandeln lassen; was jedoch nicht der Fall ist. Das Gas, was man auf diese Weise erhält,

---

*) Wo nämlich von Kohlenwasserstoffgas ohne weitern Zusatz die Rede ist, wird im Allgemeinen dieses gemeint.

scheint ein Gemeng von gewöhnlichem Khlwsstgas und von Wsstgas oder von diesen beiden Gasarten und von nicht zersetztem ölbildenden Gas zu seyn. Es ist, gelindest ausgedrückt, schwer, die völlige Absetzung des Khlsts zu bewirken.

Da sich dieß Gas nicht mittelst Zersetzung des ölbildenden Gases durch Hitze erhalten läßt, so wird es sich noch weniger durch Destillation vegetabilischer Stoffe gewinnen lassen. In der That sind die Gasarten, welche man so erhält, Gemenge aus mehr oder minder gekohltem Wsstgas, aus Wsstgas, aus Khls., aus Khlstofforyd; je nach der Beschaffenheit der Pflanzenstoffe und der Temperatur, bei welcher man operirt.

Wie also soll man es sich in ganz reinem Zustand verschaffen? Alle bis hieher angewandte Verfahren haben noch nicht zum Zweck geführt.

Dessenungeachtet hindert nichts, seine Eigenschaften zu beschreiben, indem die kleine Quantität Stickstoff, mit welcher es noch gemengt zurückbleibt, wenn man die Sumpfluft mit Phosphor und Kali behandelt hat, in seiner Wirkung auf die Körper keine namhafte Veränderung zuwege bringen kann.

Es ist geschmacklos, geruchlos, farblos, unaufl. oder fast unaufl. in W.; seine Dichtigkeit muß 0,5596 oder das Doppelte von der des Wsstgases plus der einfachen des Khlstdunstes, betragen. Wie es aus den Sümpfen kommt, wiegt es 0,584; eine Zahl, die sich, wenn man die fremdartigen Stoffe in Rechnung zieht, auf 0,556 reducirt.

Mit Srstgas oder atm. L. in gehörigen Verhältnissen gemengt, wird es durch den el. Funken sogleich mit Detonation entzündet. Zu einem Volumen desselben muß man etwas mehr als das gleiche Vol. aber nicht über $2\frac{1}{4}$ Vol. Srstgas anwenden; sonst erfolgt die Verbrennung nicht.

Entzündet man einen Strom dieses Gases in der atm. L., so brennt er mit geblicher Flamme darin.

Das Chlor bewirkt in der dunkeln Rothglühhitze seine Zersetzung plötzlich; bemächtigt sich seines Wsstgases und schlägt die Kohle nieder. Ganz anders ist seine Wirkung bei der gewöhnlichen Temperatur. Hier ist sie, die Gasarten mögen trocken oder feucht seyn, null im Dunkeln und im ersten Fall selbst null unter Einfluß des verbreiteten oder directen Lichts. Eigenthümliche Erscheinungen aber zeigen sich, wenn die Gasarten feucht dem verbreiteten oder directen Licht ausgesetzt werden. Besteht ein solches Gemeng aus 1 Vol. Khlwsstgas und etwas mehr, als 4 Vol. Chlorgas, so wird allmälig salzs. Gas und 1 Vol. Khls. Gas daraus entstehen;— wenn, bei gleichbleibender Quantität des Khlwsstgases, etwas weniger Chlorgas genommen wird, so

wird nicht alles Khlwsstgas zersetzt werden und außer der Salzs. und der Khls. sich noch Khlstoxyd bilden. Dr. Henry, welcher diese Beobachtungen gemacht hat, bemerkt, daß zur Erklärung derselben eine Wirkung des Chlors sowohl auf den Wsst. des Wassers als auf den des Khlwsstgases angenommen werden müsse. Betrachten wir z. B. den ersten Fall, in welchem sich ein Vol. khls. Gas erzeugt. Letztres kann nur von Verbindung des Srsts des Wassers mit dem Khlst. des Khlwsstgases herrühren; und da man keinen freien Wsst. findet, so müssen der Wsst. des Wassers und der des Khlwsstgases sich mit dem Chlor verbunden haben; daher die Entstehung der Salzs. Der Wasserstoff aber, den das W. hergiebt, ist gleich 2 Vol.; und eben so der des Khlwsstgases. Nun absorbiren 4 Vol. Wsstgas 4 Vol. Chlorgas; es werden sich also 8 Vol. salzs. Gas bilden. Bei minderer Quantität von Chlor würde weniger Wasser zersetzt werden, daher Entstehung des Khlstoxyds anstattt der Khls. u. s. w. (Ann. de Ch. et de Phys., t. XVIII, p. 75).

Natürliches Vorkommen. — Das Khlwsstgas, welches sich täglich aus den Sümpfen und in gewissen Steinkohlenschachten entbindet, spielt außerdem noch eine andre Rolle in der Natur. Es ist das nämliche, welches zur Entstehung der natürlichen Feuer Anlaß giebt, die in Italien auf dem nördlichen Abhange der Apenninen, zu Barigazzo, Pietra-Mala, Barigazzo u. s. w., und sonst noch an sehr vielen andern Orten vorkommen. Allenthalben gehören die letzten Schichten, durch die das Gas hindurchgeht, um an die Luft zu gelangen, einer ziemlich neuen Formation an; man weiß aber nicht, aus welcher Tiefe es kommt, und aus was für Schichten es mithin seinen Ursprung nimmt. Oft tritt es mit einer großen Menge mit Wasser verdünnten und fast stets mit Kochsalz geschwängerten, Schlamms hervor; welche Quellen man unter dem Namen Schlammvulcane kennt, indem an vielen Orten die abgesetzten erdigen Stoffe sehr bedeutende kegelförmige Hügel gebildet haben; so z. B. zu Macaluba in Sicilien.

Diese natürlichen Feuer, welche das Khlwsstgas unterhält, werden zum Brennen von Kalk, Thonwaren u. s. w. gebraucht.

Vom vierfach gekohlten Wasserstoffgas (Gas hydrogène quadricarboné ou surcarboné).

172. Dalton hat vor Kurzem eine, wie es scheint, neue Art gekohlten Wsstgases in dem Gas entdeckt, welches von Zersetzung des

Oels durch Feuer herrührt, und welches man gegenwärtig zur Gasbeleuchtung anstatt des Steinkohlengases in Anwendung zieht. Dieß Gas würde zweimal so viel Khlst. als das ölbildende Gas enthalten, mithin viermal so viel als das gewöhnliche Khlwsstgas für ein gleiches Verhältniß Wsstgas. (Ann. de Ch. et de Phys., t. XXIII. p. 410). Schon Henry hatte von diesem Gas gesprochen (Ann. de Ch. et de Ph. t. XVIII, p. 87). Seine Eigenschaften sind noch nicht ausgemittelt.

Von der Verbindung des Wasserstoffgas mit dem Phosphor.

173. Bis jetzt kennt man höchstens zwei Arten gephosphorten Wasserstoffgases, die wir unter dem Namen zweites Phosphorwasserstoffgas oder Wasserstoffperphosphorid, und erstes Phosphorwasserstoffgas oder Wasserstoffprophosphorid kennen lehren werden *)

Vom zweiten Phosphorwasserstoffgas oder Wasserstoffperphosphorid **) (hydrogène perphosphoré).

174. Das zweite Phosphorwasserstoffgas wurde von Gengembre im J. 1783 entdeckt und dann weiter von Kirwan im J. 1786, von Raymond 1791 und 1799, von Dalton 1810 und 1818, und namentlich von Thomson 1816 (Ann. de Ch. et de Phys., tom. II, pag. 297) untersucht. Der Abhandlung des letztern werden wir in Nachstehendem folgen.

Eigenschaften. — Das zweite Phosphorwasserstoffgas ist gasförmig, farblos, von sehr starkem knoblauchartigem Geruch; bitterm Geschmack; specifischem Gewicht 0,9022 nach Thomson, (0,852 nach Dalton).

Durch viele Körper wird es zersetzt. Einer hohen T. ausgesetzt, läßt es sogleich Phosphor fallen.

---

*) Daß der gewöhnliche durchsichtige Phosphor wahrscheinlich Wsstf. enthält, ist (98) erwähnt worden. — Grotthuß beschreibt außer den beiden folgenden Phosphorwasserstoffgasarten einen tropfbaren Phosphorwasserstoff, den man durch Kochen von Phosphor in einer Lösung von Kali in Alkohol erhält.

**) Wenn von Phosphorwasserstoffgas schlechthin die Rede ist, so ist im Allgemeinen dieses gemeint.

Läßt man einige Zeit el. Funken hindurchschlagen, so fällt der Phosphor ebenfalls nieder und der frei gewordene Wsst. nimmt das nämliche Vol. ein, als da er verbunden war.

Erhitzt man es in irgend einem recht trocknen Gefäße mit Schwefel, so bildet sich Schwefelphosphor und Schwefelwasserstoffgas, welches dem Phosphorwasserstoffgas selbst an Volumen gleich ist.

Man bringe Jod in eine recht trockne Röhre, und fülle sie, nachdem man die L. herausgetrieben, mit Phosphorwsstgas. Man wird Jodphosphor und Wsstgas erhalten, welches letzteren Vol. wiederum dem des Phosphorwasserstoffgases selbst gleichkommen wird.

Auch das Chlor wirkt sehr stark auf das zweite Phosphorwsstgas. So wie eine Blase von einer dieser Gasarten in ein Gefäß, in welchem die andre enthalten ist, gelangt, entzündet sie sich, und es entsteht Salzs. zugleich mit Chlorphosphor, namentlich, wenn das Chlor in Ueberschuß ist. Das Gemeng verschwindet vollständig, wenn es aus drei Vol. Chlor, 1 Vol. Phosphorwsstgas besteht und der Versuch über Wasser vorgenommen wird.

Auch mehrere Metalle haben die Eigenschaft, das zweite Phosphorwsstgas zu zersetzen: so namentlich das Kalium und das Natronium. Man lasse dieß Gas in eine krumme, und mit Queckſilber gefüllte, Glocke treten, bringe alsdann mittelst eines gekrümmten Stäbchens bis in den obern Theil der Glocke ein wenig Kalium, und schmelze es mit der Weingeistlampe. Bald wird der Wsst. frei gemacht werden und der Phosphor durch Vereinigung mit dem Metall ein Phosphorid von chokolatenbrauner Farbe bilden. Wahrscheinlich würden die meisten andern Metalle bei hinlänglich erhöhter T. ein ähnliches Verhalten mit dem Phosphorwsstgas zeigen.

Unter allen Körpern aber zeigen der Srst. und die atm. L. das merkwürdigste Verhalten mit dem zweiten Phosphorwsstgase. Läßt man Srstgas in eine sehr enge Röhre, welche Phosphorwasserstoffgas enthält, steigen, so erscheinen plötzlich ohne alle Lichtentwicklung weiße Dämpfe; der Phosphor säuert sich und setzt sich ab; der Wsst. dagegen bleibt frei. Wird dagegen die Mengung in weiten Röhren vorgenommen, so erhält man zwar auch weiße Dämpfe, aber mit einer ausnehmend lebhaften Verbrennung und Erzeugung von W. und Phosphors. Woher dieser Unterschied in der Wirkung? Daher, daß im ersten Fall die sehr genäherten Wände des Gefäßes die Hitze, so wie sie sich erzeugt, entziehen, und nie stark genug werden lassen, um eine Verbrennung des Wssts zu gestatten, ein Hinderniß, was im zweiten Fall nicht Statt findet. Auch beträgt in letzterm die Absorption des Srsts das Anderthalbmalige vom Vol. des Phosphorwasserstoffgases; dagegen in ersterm dieß Gas nur ein dem seinigen gleiches

Vol. Sauerstoffgas absorbirt. Die atm. L. bringt ähnliche Wirkungen hervor.

Die freiwillige Entzündung des zweiten Phosphorwasserstoffgases im Erstgase oder der atm. L. gewährt, schon wie sie hier beschrieben wurde, jederzeit denen viel Interesse, welche zum erstenmale Zeugen des Versuchs sind. Doch läßt sich derselbe noch viel interessanter machen. Man braucht zu diesem Zweck nur den Hals einer, mit diesem Gas gefüllten, Flasche ins Wasser zu tauchen, sie loszustöpseln, zu neigen, und das Gas allmälig in die Atm. übersteigen zu lassen. Dann bringt jede Blase beim Entzünden einen Dampf von Säure und Wasser hervor, der sich in Gestalt von Kreisen oder Kränzen erhebt, welche immer größer werden, wofern nur die L. ruhig ist. Zum Eintritt dieser Verbrennung ist Reinheit des Gases erforderlich; enthielte es eine gewisse Quantität Wsstgas oder Stckgas, so würde es nur durch Berührung eines schon brennenden Körpers entflammt werden können.

Das Wasser löst nur eine sehr kleine Menge von diesem Gas auf, ungefähr das Vierzigtheil seines Volumens bei der T. von 10° nach Henry und Davy. Die Aufl. hat eine gelbe Farbe, einen bittern Geschmack und einen Geruch, welcher dem des Gas selbst ähnlich ist. Beim Siedgrade entbindet sich dieses völlig wieder daraus.

Natürliches Vorkommen. — Man behauptet, daß sich das zweite Phosphorwsstgas manchmal an Orten bildet, wo thierische Stoffe vergraben sind, und dann, durch die Spalten des Erdreichs aufsteigend, in der Atmosphäre entzündet wird. Auf diese Weise erklärt man sich das Erscheinen der Irrlichter, welche namentlich auf feuchten Kirchhöfen beobachtet werden. Auch hat diese Erklärung nichts Unwahrscheinliches, wenn man in Erwägung zieht, daß der Phosphor und das Wsstgas, beide unter den Bestandtheilen des Gehirns vorkommend (1963), sich bei eintretender fauliger Zersetzung desselben wohl mit einander verbinden können.

175. Zubereitung. — Das zweite Phosphorwsstgas wird dadurch erhalten, daß man ein Gemeng aus Kalk, Wasser und Phosphor der Wirkung der Hitze aussetzt. Zuerst pulvert man den Kalk, indem man ihn ganz wenig befeuchtet; setzt darauf Wasser bis zur breiartigen Consistenz zu; mengt diesen Brey (bouillie) mit dem Zehnfachen oder Zwölffachen seines Gewichts Phosphor, den man unter W. in kleine Stücken zerschnitten hat, bringt das Gemeng in eine gewöhnliche Phiole, und fügt an diese mittelst eines Stöpsels eine Gasentbindungsröhre. Erhitzt man alsdann die Phiole dadurch, daß man sie mit einigen Kohlen umgiebt, so erzeugt sich bald das zweite Phosphorwsstgas. Dieß Gas zersetzt erst die Luft der Phiole und giebt

dadurch zur Entstehung von Flammen (jets de lumière) Anlaß; treibt alsdann das Stickgas heraus, gelangt an das Ende der Röhre und entzündet sich. Darauf läßt man die Röhre unter eine Flasche voll Wasser oder besser voll Queckſilber treten, weil das W., wofern man es nicht hat kochen lassen, immer atm. Luft enthält, die zur Zersetzung einer gewissen Quantität von Gas Anlaß giebt (Taf. XIII. Fig. 2). Nur ist erforderlich, die Röhre von Zeit zu Zeit unter der Flasche wegzuziehn, um zu sehen, ob das Gas immer von selbst entzündbar ist. Wenn es aufhört dieß zu seyn, wie oft zu Ende der Operation der Fall ist, zumal bei Erhöhung der T., muß man es in abgesonderten Gefäßen auffangen; es ist dann nichts weiter mehr als erstes Phosphorwssstgas oder wenigstens enthält es viel davon.

Die Vorgänge bei diesem Versuch sind leicht zu deuten. Einerseits erhält man zweites Phosphorwssstgas, welches sich entbindet, andrerseits unterphosphorigs. Kalk mit Ueberschuß von Kalk, welcher in der Phiole bleibt. Nun kann der Wsst. des zweiten Phosphorwssstgases nur vom Wasser herkommen, weil dieß allein solchen enthält; und man sieht offenbar, daß, während sein Wsst. sich mit einem Theil Phosphor zum zweiten Phosphorwssstgas verbindet, sein Srst. mit einem andern Theil Phosphor und Kalk zur Bildung des unterphosphorigs. Kalks zusammentritt.

Dieß ist das Verfahren, durch welches das zweite Phosphorwssstgas bis in diese letzten Zeiten erhalten worden ist. Thomson schlägt statt desselben folgendes vor, welches mir vorzuziehen scheint. Man nehme, sagt er, eine kleine tubulirte Retorte, die ungefähr 12 Cubikzoll zu fassen vermag; fülle sie bis zur Tubulatur mit einem Gemeng aus einem Theil gemeiner Salzs. und drei Th. Wasser, welches durch Sieden von Luft befreit ist, werfe in die Fl. so schnell als möglich ungefähr eine halbe Unze Phosphorkalk in Stücken; fülle die Retorte vollends mit frisch gekochtem W. an, füge eine Röhre daran voll eben solchen Wassers, und lasse diese unter gleichfalls damit gefüllte Flaschen treten; erhitze darauf das Gemeng aus Phosphorid und Säure mäßig, und es wird eine schnelle Entbindung vom zweiten Phosphorwssstgas erfolgen. Eine halbe Unze guter Phosphorkalk wird siebzig Cub. Zoll reinen Phosphorwssstgases hergeben.

Außer dem Phosphorwssstgas und einer der Säuren, welche der Phosphor zu bilden vermag; bildet sich bei dieser Operation salzs. Kalk; wovon der Grund leicht erhellt. Die Bildung der beiden andern Producte anlangend, so erklärt sie sich, wie beim vorigen Versuche, durch Annahme von erfolgender Wasserzersetzung.

Zusammensetzung. — Aus den Ergebnissen, die wir hinsichtlich der Wirkung der Elektricität, des Schwefels, des Jods, des

Erstes auf den zweiten Phosphorwsst., Thomsons Angaben folgend, angeführt haben, folgt, daß dieß Gas ein dem seinigen gleiches Vol. Wsstgas enthalten muß. Da nun die Dichtigkeit dieser beiden letztern Gasarten bekannt ist, so läßt sich daraus leicht die Zusammensetzung des zweiten Phosphorwsstgases (nach Gewichtstheilen) herleiten. Jedoch erinnere ich mich, als ich mit Gay-Lussac dieß Gas durch Kalium behandelte, ziemlich anderthalb Vol. Wsstgas erhalten zu haben. Woher diese Verschiedenheit? Sollte sie von verschiedener Bereitung beider Gasarten abhängen? Doch waren beide freiwillig entzündlich.

Nutzen. — Bis jetzt kennt man keinen.

Vom ersten Phosphorwasserstoffgas, Wasserstoffprophosphorid (Gas hydrogène proto-phosphoré).

Wir betrachten als solches eine Art Phosphorwsstgas, welche durch Berührung der atm. L. bei gewöhnlicher T. nicht entzündlich ist (Recherches physico-chimiques).

176. Eigenschaften. — Das erste Phosphorwsstgas ist farblos, von starkem, unangenehmen, dem des verdampfenden weißen Arseniks ähnlichen, Geruch. Seine Dichtigkeit ist 0,87 nach Davy; Thomson nimmt sie zu 0,9716 an, weil er dieß Gas betrachtet als bestehend aus 1 Vol. zweitem Phosphorwsstgas und 1 Vol. Wsstgas, die sich zu einem einzigen Vol. verdichtet haben, oder aus 0,9022 + 0,0694.

Dieß Gas zersetzt sich nicht bei der gewöhnlichen T.; wenigstens nicht in mehrern Tagen; vielleicht würde es sich bei einer sehr hohen T. zersetzen und einen Theil des Phosphors, den es enthält, fallen lassen. In der atm. L. und dem Srstgas fängt es nicht wie das zweite Phosphorwsstgas von freien Stücken Flamme, außer unter einem schwachen Drucke (Labillardière). Unter dem gewöhnlichen Druck entzündet es sich nur bei angewandter Hitze. Seine Verbrennung läßt sich leicht bewerkstelligen, indem man es in eine Glocke steigen läßt, diese umkehrt und eine brennende Kerze hineintaucht. Ein Gemeng aus diesem Gas mit überschüssigem Srstgas detonirt stark bei ungefähr 150°, um so mehr bei Zutritt der Flamme. Auch durch den el. Funken detonirt es. Die Producte der Verbrennung sind Wasser und Phosphorsäure.

Mit dem Chlor bietet es uns die nämlichen Erscheinungen dar, als das zweite Phosphorwsstgas: nur muß man anstatt dreier Vol.

Chlor, deren 4 auf 1 Wasserstoffprophosphorid anwenden, um das Gemeng vollständig zum Verschwinden zu bringen, wenn der Versuch in Gefäßen voll W. angestellt wird.

Der Schwefel und das Kalium bewirken seine Zersetzung leicht bei der Lampenhitze. Mit dem ersten entsteht Schwefelphosphor und Schwefelwasserstoffgas; mit dem zweiten Wasserstoffgas und Phosphorkalium. Nach Thomson würde das Vol. des Schwefelwsstgases und (da dieses ein dem seinigen gleiches Vol. Wasserstoffgas enthält) Wasserstoffgases selbst, das Doppelte von dem Vol. des Phosphorwsstgases seyn; woraus er schließt, daß letztres zusammengesetzt seyn muß aus zwei Vol. Wsstgas und der nämlichen Quantität Phosphor, als in einem Vol. Phosphorwsstgas vorhanden ist, und daß diese Volumina zu einem einzigen verdichtet sind. † Vauquelin hat jedoch das Widersprechende dieser Annahme Thomsons mit seiner Annahme für die Zusammensetzung des zweiten Phosphorwsssts gezeigt und durch mehrere Versuche nachgewiesen, daß das erste und zweite Phosphorwsstgas beide ein dem ihrigen gleiches Vol. Wsstgas enthalten, und sich nur durch die Quantität des darin aufgelösten Phosphors unterscheiden. (Ann. de Ch. et de Ph. XXX. Avril. 1824. p. 401).

Das Wasser absorbirt bei gewöhnlichem Druck und T. ein Achttheil seines Volumens davon (Davy).

Natürliches Vorkommen, Zubereitung. — Es ist wahrscheinlich, daß das erste Phosphorwsstgas sich von selbst unter den nämlichen Umständen, als das zweite Phosphorwsstgas bildet, ja häufiger als jenes, da es sich leichter hält. Man verschafft es sich durch Erhitzung einer sehr conc. Aufl. von phosphoriger S. oder Unterphosphors. Das in der S. zurückgebliebene W. zersetzt sich, und seine Bestandtheile vereinigen sich: der Wsst. mit einem Theil vom Phosphor der S. und der Srst. mit der Säure selbst, so daß beider Wirkung sich dahin vereinigt, die Säure, welche man anwendet, in den Zustand von Phosphors. übergehn zu lassen. Man stellt den Versuch, zu welchem die Hitze der Weingeistlampe mehr als hinreichend ist, in einer kleinen, mit einer Röhre versehenen, Retorte an.

Es erzeugt sich auch erstes Phosphorwsstgas zu Ende der Operation, wenn man ein Gemeng aus Kalk, Wasser und Phosphor erhitzt; ein Verfahren, welches indeß dem vorigen nachsteht, da das Gas mit zweitem Phosphorwsstgas gemengt seyn könnte (157).

Von der Verbindung des Wasserstoffs mit dem Schwefel.

Man hat nur zwei Verbindungen von Schwefel und Wsst., von denen eine gasförmig, die andre tropfbar ist.[1]) Erstere ist unter dem Namen Schwefelwasserstoffgas, schwefelwasserstoffsaures Gas, Hydrothiongas (gaz hydrogène sulfuré, acide hydro-sulfurique) bekannt: letztre unter dem Namen hydrogenirter Schwefel (soufre hydrogéné; hydrure de soufre). Letztrer enthält ein weit größeres Verhältniß von Schwefel als erstres.

Vom hydrogenirten Schwefel (hydrure de soufre, soufre hydrogéné).

178. Der hydrogenirte Schwefel ist eine Fl. von ölartiger Consistenz, einem Geruch und Geschmack nach faulen Eiern, und unbekanntem spec. Gewicht, von dem man nur so viel weiß, daß es das des Wassers übertrifft.

Der hydrogenirte Schwefel zersetzt sich von freien Stücken bei der gewöhnlichen T., wofern man ihn nicht einem sehr starken Druck aussetzt, oder unter einer S. aufbewahrt; um so eher erfolgt seine Zersetzung bei erhöhter T. In beiden Fällen verwandelt er sich in Schwefelwsstgas welches entweicht, und in Schwefel der unter der Form grauer Klümpchen zurückbleibt. Er entzündet sich in der L. bei Annäherung eines brennenden Körpers. W. (und Alkohol) löst ihn nicht auf.

Er kommt nicht in der Natur vor und ist also immer ein Kunstproduct. Man kann ihn nur dadurch erhalten, daß man sehr zertheilten Schwefel in Berührung mit in Entwickelung begriffenem Schwefelwsstgas bringt. Zu diesem Zweck tröpfelt man eine concentrirte wäßrige Auflösung gewöhnlicher Kalischwefelleber nach und nach in (verdünnte und etwas erwärmte) Salzsäure; wo sich dann der hydrogenirte Schwefel allmälig auf dem Boden des Gefäßes wie ein Oel, das schwerer als das W. wäre, sammelt. Um ihn aufzubewahren, muß man, nachdem man ihn mit etwas Salzs. gemengt hat, in eine Flasche füllen, welche durch einen gut eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen werden kann, und diese umgekehrt an einem kühlen Ort erhalten.

---

1) Nach den Versuchen von Bertholet dem Sohn (Mém. d'Arcuéil, tom. I) und denen von Davy scheint es jedoch ausgemacht, daß auch der gewöhnliche Schwefel eine kleine Quantität Wsst. enthält.

Man kann den hydrogenirten Schwefel für eine Verbindung von Schwefel und Wsst. oder auch von Schwefel und Schwefelwsst. ansehen. Die Eigenschaften aber, die er besitzt, und das Verfahren durch welches man ihn erhält, geben letztrer Meinung mehr Wahrscheinlichkeit. Wie dem auch sey, das Verhältniß seiner Bestandtheile ist bis jetzt noch unausgemittelt.

Er ist ohne Anwendung, wurde von Scheele entdeckt und nachher von Berthollet untersucht (Ann. de Ch. tome XXV. p. 233).

Von der Verbindung des Wasserstoffs mit den andern nicht metallischen verbrennlichen Körpern.

178. Da das Schwefel-, Selen-, Chlor-, Jod-Wasserstoffgas wahre Säuren sind, so verweisen wir hinsichtlich derselben auf die Betrachtung dieser (433, 445, 446, 455). Auch die Verbindung des Wasserstoffs mit dem Stickstoff oder das Ammoniak, welches eine der mächtigsten Salzbasen ist und sich in dieser Hinsicht an die Metalloxyde reiht, werden wir erst weiterhin betrachten (569). Aus demselben Grunde sprechen wir von den Verbindungen, die das Ammoniak mit den, aus verbrennlichen Körpern bestehenden, Säuren bildet, erst unter dem Artikel Salze.

Zweiter Artikel.

Von den Verbindungen des Kohlenstoffs mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern.

180. Der Kohlenstoff verbindet sich blos 1) mit dem Wasserstoff; 2) mit dem Schwefel; 3) mit dem Chlor; 4) mit dem Stickstoff; 5) mit dem Stickstoff und dem Wasserstoff zur Blausäure; 6) mit dem Stickstoff und dem Chlor zur Chlorblausäure. Vielleicht giebt es auch einen Selenkohlenstoff, welches Berzelius durch die große Aehnlichkeit im Verhalten des Selens und Schwefels zu glauben veranlaßt wird. Von der Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Wasserst. ist schon gehandelt worden (169); von den beiden zuletztgenannten Verbindungen wird bei Betrachtung der thierischen Stoffe die Rede seyn (1820 und 1839). Es bleiben also nur noch die Verbindungen zu betrachten übrig, welche der Kohlenstoff mit dem Schwefel, dem Chlor und dem Stickstoff eingeht.

Vom Schwefelkohlenstoff, Schwefelalkohol, Kohlensulfurid (Carbure de Soufre = CS^2).

Geschichtliches. — Der Schwefelkohlenstoff, im J. 1796 von Lampadius entdeckt und untersucht (und von ihm Schwefelalkohol genannt), wurde nachher zum Gegenstand weiterer Untersuchungen von Clement und Desormes (Ann. de Chim. tome XLII.), von Berthollet dem Sohn (Mém. d'Arcueil, tome I.); von Cluzel (Ann. de Chim. tome LXXXIV.), von Vauquelin (Ann. de Chim. tome LXXXIII. p. 268) und von Berzelius und Marcet (Ann. de Chim. tome LXXXIX.) gemacht.

Lampadius und Berthollet der Sohn haben ihn für eine Verbindung von Schwefel und Wasserstoff angesehen; Clement und Desormes, Vauquelin, Berzelius und Marcet für Schwefelkohlenstoff; Cluzel für eine Verbindung von Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel in einem eigenthümlichen Zustande. Alle Chemiker sind jetzt über seine Zusammensetzung einig: daß er nämlich nur Schwefel und Kohlenstoff im Verhältniß von ziemlich 81 zu 15 enthält.

181. Eigenschaften. — Der Schwefelkohlenstoff ist bei der gewöhnlichen T. tropfbarflüssig, durchsichtig und farblos; von penetrantem unangenehmen Geruch, brennendem, scharfen (etwas aromatischen) Geschmack. Sein spec. Gewicht ist 1,263; das seines Dunstes 1,670; seine Spannung 0,3184 Meter bei 22°,5, und sein Brechungsvermögen 1,645 nach Wollaston.

Unter dem gewöhnlichen Druck von 76 Centim. siedet der Schwefelkohlenstoff bei 45°; (dagegen erstarrt er selbst bei — 50° R. noch nicht).

Durch die höchste T. wird er nicht zersetzt. Wahrscheinlich ist der latente Wärmestoff seines Dunstes sehr beträchtlich; denn durch Verdunstung desselben unter der Luftpumpe läßt sich eine Kälte erzeugen, welche Quecksilber zum Gefrieren bringt (62).

Bei der gewöhnlichen T. in einem Schälchen an die Luft gesetzt, verflüchtigt er sich, ohne eine Veränderung zu erfahren, oder einen Rückstand zu lassen. Nähert man ihm einen brennenden Körper, so fängt er sogleich Feuer und verwandelt sich in Kohlens. und schwefelige Säure, deren Geruch sehr stechend ist; eine sehr kleine Quantität Schwefel bleibt unverbrannt im Schälchen. Der Schwefelkohlenstoff ist mithin sehr verbrennlich. Auch entzündet sich Srst., der mit Dunst von Schwefelkohlenst. geschwängert ist, beim Hindurchschlagen eines el. Funkens lebhaft. Dieser Versuch muß aber in einem sehr dicken Eudiometer und mit kleinen Gasmengen angestellt werden, weil die er-

folgende Detonation sehr stark ist. Auch muß man über Quecksilber, nicht aber über Wasser operiren, weil dieß den Dunst auflösen würde. Endlich muß man das Sauerstoffgas, wenn es bei gewöhnlichem Druck und gewöhnlicher T. mit Schwefelkohlendunst gesättigt ist, noch mit ungefähr einem gleichen Vol. reinen Sauerstoffgases mengen; widrigenfalls würde Schwefel niederfallen und nicht aller Dunst zersetzt werden. Bei Beobachtung dieser sämmtlichen Vorsichtsmaßregeln wird alle Gefahr vermieden, und im Eudiometer nach der Verbrennung nur schwefeligs. Gas, kohlens. Gas und das überschüssige Sauerstoffgas gefunden.

Mehrere Metalle, namentlich das Kalium, das Kupfer und das Eisen vermögen den Schwefelkohlenstoff bei einer erhöhten T. zu zersetzen; das Kalium entzündet sich sogar in dem, dann in Dampfform befindlichen, Schwefelkohlenst.; jedenfalls verbindet sich der Schwefel mit den metallischen Substanzen, und der Kohlenst. wird frei. (Leitet man Dämpfe von Schwefelkohlenst. durch glühende Metalloxyde, so entsteht kohlens. Gas, schwefeligs. Gas und die reducirten Metalle werden geschwefelt).

Das Wasser ist ohne Wirkung auf den Schwefelkohlenst.; damit geschüttelt setzt er sich bald auf dem Boden des Gefäßes in Kügelchen von ölartigem Ansehn ab.

Er ist auflöslich in Alkohol, Aether, fetten und ätherischen Oelen. Das Wasser fällt ihn sogleich aus seiner Alkohol- und Aetheraufl. Er verbindet sich innig mit allen Alkalien und giebt Zusammensetzungen damit, die Berzelius mit dem Namen Carbo-sulfuride (carbo-sulfures) bezeichnet hat. Unter den Säuren vermag ihn eine einzige anzugreifen: nämlich das Königswasser, d. i. ein Gemisch aus Salpeters. und Salzs. Bringt man nämlich den Schwefelkohlenst. mit sehr conc. Salpeters. und Salzs. bei der gewöhnlichen T. in Berührung, so nimmt er allmälig eine Orangefarbe an, läßt Stickstoffdeutoxyd entweichen, und findet sich nach Verlauf dreier Wochen in einen weißen krystallisirten Körper verwandelt, der das Ansehn von Kampher hat und nach Berzelius eine Zusammensetzung von Kohlens., schwefeliger Säure und Salzs. ist (Annales de Chim. tome LXXXIX. p. 82. Gilb. Ann. XLVIII. 161).

† Der Schwefelkohlenst. löst den Schwefel auf; die Auflösung ist dunkelgelb und setzt beim Abdunsten den Schwefel in Krystallen ab. Er wird vom Alkohol und Aether gefällt, wobei sich der Schwefel in nadelförmigen Krystallen absetzt. Schüttelt man die Auflösung des Schwefels im Schwefelkohlenst. mit einem Silber- oder Bleyamalgam, so nimmt das Metall den aufgelösten Schwefel auf (Berzelius).

† Der Phosphor ist sehr auflöslich in Schwefelkohlenst. und giebt damit eine dreifache Zusammensetzung, welche noch flüssig bleibt, aber mit Zunahme von Dichtigkeit und Brechungsvermögen. Sie wird durch Licht verändert und entzündet sich häufig von freien Stücken. Ihre Verbrennung erfolgt unter 80° F. (26⅔° R.). Sie bricht bei Berührung weniger Jodkrystalle in Flamme aus. Beim Eintauchen in Chlor (mittelst eines damit getränkten Papierstreifens) erscheint eine plötzliche Flamme. Sie verbreitet sich (it diffuses) durch den Srst. und explodirt damit bei Berührung einer Flamme. Die geringste Menge mit einigen Krystallen chlorsauren Kali's gerieben, detonirt mit großer Heftigkeit. Ein paar Krystalle von chlorsaurem Kali, und eine kleine Menge dieser Zusammensetzung werden durch einen Tropfen Schwefelsäure entzündet u. s. w. (Murray in Ed. phil. I. V. 222).

Mehrere interessante Beobachtungen hat vor Kurzem Will. C. Zeise, Professor der Chemie an der Universität zu Copenhagen über den Schwefelkohlenstoff, den er einer neuen Untersuchung unterworfen, gemacht. Er sah zuvörderst, daß der Schwefelkohlenst. die Eigenschaft besaß, eine weingeistige Lösung von Kali oder Kaliumprotoxyd vollständig zu neutralisiren, und daß die so erhaltene Flüssigkeit, einer T. nahe an Null ausgesetzt, in kurzer Zeit eine große Menge dünner Krystalle absetzte, die sich durch Trocknen zwischen doppelt gelegtem Filtrirpapier reinigen ließen. Nach ihm bestehen diese Krystalle aus Kali, gesättigt mit einer eigenthümlichen Säure, deren Bestandtheile Schwefel, Kohlenst. und Wasserst. sind, und welche im Augenblick der Berührung des Schwefelkohlenstoffs mit der weingeistigen Auflösung entsteht, indem das Kali ihre Bildung auf Kosten der Bestandtheile des Weingeistes und des Schwefelkohlenstoffs bedingt. Der Schwefel und der Kohlenstoff befinden sich darin in andern Verhältnissen, als im Schwefelkohlenstoff; indem sie gegen den Wasserst. darin die nämliche Rolle spielen, als der Blaustoff in der Blausäure. Deßhalb schlägt Zeise vor, diesem zusammengesetzten Radical einen einfachen Namen zu geben; und zwar den Namen Xanthogen *) (von ξανθος gelb, und γενναειν, erzeugen), weil er mit einigen Metallen Verbindungen von gelber Farbe bildet. Die Säure erhält demzufolge den Namen Xanthogensäure oder Hydroxanthische Säure (acide hydro-xanthique); und die Salze, die sie bildet, werden xanthogensaure Salze (hydro-xanthates) genannt. (Siehe in Bezug auf die Doppelradicale den Artikel Blausäure (1820)).

Daß bei der Reaction des Schwefelkohlenstoffs und der weingeistigen Kaliauflösung eine Säure, und zwar eine neue Säure entsteht,

*) Dieß ließe sich analog mit Blaustoff durch Gelbstoff übersetzen.

scheint sich wohl als ausgemacht ansehn zu lassen, nicht so aber, daß diese Säure eine Zusammensetzung aus Wasserst., Schwefel und Kohlenst. ist, da der Entdecker ihre Analyse nicht gegeben hat; eben so wenig, daß der Schwefel und der Kohlenstoff darin die Rolle eines zusammengesetzten Radicals vertreten. Dieß läßt sich bloß vermuthungsweise behaupten.

Wie dem auch sey, folgendes ist die Bereitungsart mit den vornehmsten Eigenschaften dieser neuen Säure. Nachdem man xanthogensaures Kali (s. 1132 †) in ein langes und schmales Glasgefäß gebracht hat, gießt man Schwefelsäure, die mit dem Vier- bis Fünffachen ihres Volumens W. verdünnt ist dazu, und befördert durch leichtes Umrühren das Aufeinanderwirken beider. Einige Minuten darauf setzt man zu dem milchigen Gemisch zu mehrern wiederholten Malen einige Antheile Wassers. Die neue Säure sammelt sich schnell auf dem Boden des Gefäßes als eine tropfbare Masse von ölartigem Ansehn, die man dann nur gehörig zu waschen hat, um sie von der Schwefelsäure zu befreien.

Diese S. ist bei der gewöhnlichen T. tropfbar. Sie ist farblos und gleicht einem durchscheinenden Oel. Ihre Dichtigkeit übertrifft die des Wassers. Ihr Geruch ist stark und eigenthümlich; ihr Geschmack, zuerst sauer, erscheint alsdann adstringirend, bitter und sehr vorstechend; sie röthet das Lackmuspapier; entzündet sich auf der Stelle bei Annäherung eines brennenden Körpers und veranlaßt einen starken Geruch nach schwefeliger Säure.

In einer Retorte erhitzt, zersetzt sie sich weit unter der T. des kochenden Wassers und scheint sich in Wasserstoffgas und gewöhnlichen Schwefelkohlenstoff zu verwandeln.

An die Luft gebracht überzieht sie sich schnell mit einer weißen und undurchsichtigen Kruste. Sie verbindet sich nicht mit dem Wasser: rührt und zertheilt man sie darin, so wird sie in kurzer Zeit zerstört.

Das Jod wirkt bei der gewöhnlichen T. durch Zwischenwirkung des Wassers stark auf die neue Säure. Es scheint, daß sich Jodwasserstoffsäure erzeugt, welche aufgelöst wird, und daß sich eine rothbraune ölartige Flüssigkeit absetzt, die nach des Entdeckers Ansicht eine Zusamsetzung aus Jod, Schwefel und Kohlenstoff seyn soll.

Die Xanthogensäure verbindet sich mit den Protoxyden von Kalium, Natronium, Baryum, Calcium, Strontium, welche den Srst. stark zurückhalten. Dagegen glaubt Zeise, daß sie mit den Kupfer-, Bley-, Queckſilber- und überhaupt allen leicht zersetzbaren Oxyden Wasser und ein Xanthogenmetall bildet. (Ausführlicher findet man diese verschiednen Zusammensetzungen abgehandelt in den Ann. de

Ch. et de Ph. tome XXI. p. 160; auch in Schw. J. 1822. V. N. R. S. 173 und 1822. VI. N. R. 1).

Ammoniack in Alkohol aufgelöst verhält sich nach Zeise's Untersuchungen anders gegen den Schwefelkohlenst. als Kali u. s. w. unter denselben Umständen. Es bildet sich hier nämlich kein xanthogens. Ammoniack; sondern man erhält zu gleicher Zeit wenigstens zwei andre Salze, deren eins eine neue Säure enthält, die man betrachten kann als bestehend aus geschwefelter Blausäure und Schwefelwasserstoff; während das andre ein Doppelsulfurid von Wasserst. und Kohlenst. enthält; wonach das Ammoniack und der Schwefelkohlenst. bei dieser Wirkung zersetzt würden (Ann. de Ch. et de Phys. tome XXVI. p. 66. Schweigg. J. 1824. XI. N. R. 98 u. ff. 170 u. ff.).

Vorkommen, Zubereitung. — Der Schwefelkohlenstoff kommt nicht in der Natur vor.

Man bereitet ihn, indem man Schwefel bei einer hohen T. mit stark calcinirter Kohle in Verbindung bringt. Man legt eine Porzellanröhre etwas geneigt durch einen Reverberirofen; fügt an ihr niedriges Ende einen Vorstoß, und an diesen einen tubulirten Ballon. Von der Tubulirung des leztern geht eine gekrümmte Röhre aus, die auf den Boden einer kleinen, zur Hälfte mit Wasser gefüllten, doppelt tubulirten, Flasche taucht, und von einer dieser Tubulaturen geht eine andre Röhre aus, über die man Flaschen voll Wasser oder Queckſilber umstürzen kann. Darauf bringt man in die Porzellanröhre durch ihr obres Ende Stücken gut ausgebrannter Kohle und läßt sie allmälig ins Rothglühen kommen. Endlich thut man durch dieß nämliche Ende von Zeit zu Zeit einige Stücke Schwefel hinzu, verstopft aber nach jedem Mal die Röhre. Bald schmilzt und verdampft der Schwefel, streicht durch die Kohle hindurch, und verbindet sich mit ihr zum Schwefelkohlenst., der sich zum großen Theil im Ballon und der Flasche, die man wohl thut mit Eis zu umgeben, verdichtet. Außerdem bilden sich Gasarten, welche ein Gemenge von Kohlenwasserst., Kohlstofforyd, Schwefelwasserst., und dunstförmigem Schwefelkohlenst. darstellen [1]); ein Theil des Schwefels bleibt unverbunden und bleibt fast ganz im Vorstoß zurück.

Der Schwefelkohlenstoff wird am Boden des Ballons und der Flasche gefunden. Um ihn von dem Wasser zu trennen, das ihn bedeckt, muß man ihn mit diesem zugleich in einen langhalsigen Trich-

---

1) Der Erst. rührt unstreitig von etwas Wasser her, das die Stöpsel der Gefäße hergeben. Den Wasserstoff anlangend, so muß er sowohl von diesem Wasser, als vom Schwefel (177) und vielleicht auch von der Kohle herrühren.

ter schütten und denselben mit dem Finger zuhalten; wo er dann schnell sich nach Unten senkt. Wenn er recht durchsichtig ist, zieht man den Finger von der Mündung des Trichterhalses weg, und läßt den Schwefelkohlenstoff durch einen andern Trichter in eine Flasche überlaufen, wohl verstanden, daß man den Hals des Trichters wieder zuhält, ehe noch aller Schwefelkohlenstoff ausgeflossen ist.

So erhalten ist der Schwefelkohlenstoff gewöhnlich gelblich; eine Färbung, welche von einem kleinen Antheil Schwefel, den er aufgelöst hält, herrührt, und der sich niederschlägt, wenn man den Schwefelkohlenstoff entweder an die Luft setzt, oder erhitzt oder mit Alkohol oder Aether behandelt; im ersten Fall krystallinisch, in den beiden andern Fällen in Pulver. Man muß also den Schwefelkohlenstoff durch Destillation reinigen. Dieß geschieht bei einer gelinden Hitze in einer kleinen Glasretorte, in die man einige Stücken Chlorcalcium bringt, und deren Hals man in einen tubulirten, durch Glas erkälteten, Recipienten einmündet. Das Chlorcalcium dient, die kleine Menge Wassers zu absorbiren, welche der Schwefelkohlenstoff noch zurückhalten könnte.

† Auch durch Glühen von Schwefelantimon (Antimonium crudum) mit Kohle in einem Destillirgefäß läßt sich Schwefelkohlenstoff erhalten, und zwar rein von überschüssigem Schwefel; nur in geringerer Menge; auch wird höhere T. und längere Unterhaltung des Feuers dabei erfordert. — Ferner läßt er sich durch Destillation von 4 Theilen Schwefelkies mit 1 Theil oder etwas mehr gut ausgebrannter Kohle in einer Porzellanretorte bereiten; wobei beide Körper recht fein gepulvert und hinreichend durcheinander gemengt seyn müssen. — Wenn man ein Gemeng von Wachs oder Zucker mit Schwefel destillirt, so erhält man neben Schwefelwasserst. eine große Menge tropfbarflüssigen Schwefelkohlenstoff, der aber mit brenzlichem Oel verunreinigt ist.

Zusammensetzung. — 100 Theile Schwefelkohlenstoff bestehen nach Vauquelin aus 14 bis 15 Kohlenst. und 86 bis 85 Schwefel; nach Berzelius und Marcet aus 84,84 Schwefel und 15,16 Kohlenst. Um ihn zu analysiren, legt man eine beschlagene Glasröhre oder eine Porzellanröhre durch einen Ofen; füllt den zu erhitzenden Theil der Röhre mit rothem Eisenoxyd an; gießt die Fl. in eine kleine Glasretorte, fügt diese Retorte an das eine Ende der Röhre, und an das andre eine kleine Glasröhre, über die man Glocken voll Quecksilber umstürzt, und die in ihrer Mitte mit einer Anschwellung versehen ist, welche man immer mit einem Gemeng aus Eis und Salz umgeben halten muß. Wenn die beschlagene Röhre glüht, so erhitzt man ganz langsam die Retorte; die darin enthaltene Fl. streicht all-

mälig durch das Oxyd hindurch, und wird in der Art zersetzt, daß Schwefeleisen, welches in der Retorte bleibt, und schwefeligs. Gas und kohlens. Gas, welche in die Glocke übergehn, daraus entstehen. Wird die Operation gut geleitet, so verdichtet sich keine Spur von Fl. in der Ausweitung der Glasröhre, welches zeigt, daß die Zersetzung vollständig Statt gefunden hat.

Die Gasarten werden durch Borax von einander getrennt, welcher das schwefeligsaure Gas absorbirt, dagegen auf das kohlensaure Gas ohne Wirkung ist; und man urtheilt dann nach ihrem Vol. von der Quantität Schwefel und Kohlenst., die sie enthalten. Man nimmt alsdann die Materie aus der Röhre heraus, löst sie in Königswasser, d. i. einem Gemisch aus Salpeters. und Salzs. auf; schüttet Ammoniak dazu, um das Eisenoxyd davon zu trennen, filtrit die Fl., sättigt sie mit Salzs., und setzt salzsauren Baryt im Ueberschuß zu, der die Schwefels. fällt, welche durch Wirkung des Königswassers auf das Metallsulfurid gebildet worden ist. Das Sulfat, gewaschen, getrocknet und calcinirt, giebt durch sein Gewicht das Gewicht des Schwefels, das in ihm enthalten ist (811).

Von den Kohlenstoffchloriden.

181 bis. Diese Zusammensetzungen, zum ersten Mal von Faraday zu Ende des Jahres 1820 beobachtet, lassen sich nicht durch directe Verbindung der gewöhnlichen Kohle mit dem gasförmigen Chlor erhalten. Soll die Verbindung erfolgen, so muß sich der Kohlenstoff in einem Zustande ausnehmender Zertheilung befinden. Man genügt dieser Bedingung, indem man 30 bis 40 Grammen Kohlenwasserstoffchlorid (171 a)) in eine tubulirte Retorte thut, durch die Tubulatur einen kleinen Strom Chlor dazutreten läßt, und dabei das Ganze so viel als möglich den Sonnenstralen aussetzt. Bald erfolgt die Zersetzung des Kohlenwasserstoffchlorids; sein Wasserst. und sein Kohlenst. begeben sich beide an das Chlor; daher salzsaures Gas, welches man durch etwas, in das Gefäß gegossenes, Wasser absorbirt, und Perchlorid von Kohlenstoff, das sich krystallinisch absetzt, entstehn. Wenn die ganze Fl. krystallisirt scheint, so schreitet man zur Reinigung des Chlorids. Zu diesem Zweck wäscht man es mit Wasser, sammelt es auf einem Filtrum, preßt es dann zwischen Blättern von Josephpapier und sublimirt es, wobei ein kleiner Rückstand von Kohle bleibt und etwas salzsaures Gas erscheint. Das Sublimat wird alsdann in Alkohol aufgelöst und durch Wasser gefällt, welches eine hinlängliche Menge Kali enthält, um die Salzs., mit der das Chlorid geschwän-

gert war, zu neutralisiren. Dann wäscht man es abermals, preßt es wiederum zwischen Blättern Papier und trocknet es endlich im leeren Raum unter Mithülfe concentrirter Schwefels. Nach diesen Maßregeln ist es rein.

Das Kohlenprochlorid anlangend, welches eine farblose klare Fl. ist, so erhält man es durch Zersetzung des Perchlorids mittelst der Hitze. Das Perchlorid wird in eine Retorte gebracht, aus welcher man es langsam durch eine sehr heiße und glühende (mit kleinen Stücken von Porzellan angefüllte) Porzellanröhre in eine zwei- bis dreimal auf- und abwärts gebogene Glasröhre überdestillirt, deren untere Biegungen man in kaltes Wasser tauchen läßt. In dieser condensirt sich nun das neue Product, welches durch etwas Chlor gelb gefärbt ist, und noch etwas Perchlorid enthält. Das Chlor verflüchtigt man daraus, indem man das Product erhitzt und selbst es mehreremale aus einer Biegung in die andre überdestillirt. Um es vom Perchlorid zu trennen, sammelt man es in eine kleine Retorte, deren Hals man an der Lampe auszieht, bringt es zum Sieden, verschließt die Spitze des Halses, wenn alle Luft herausgetrieben ist, und kühlt den Hals mit Eis ab. Das Prochlorid destillirt so bei einer T. über, welche nicht viel höher, als die der umgebenden Luft ist und begiebt sich ganz in den Hals der Retorte, während alles Perchlorid in ihrem Bauche zurückbleibt.

Eigenschaften des Perchlorids. — Es ist fest, krystallinisch, sehr zerreiblich, farblos, durchsichtig, beinahe geschmacklos, von aromatischem, kampherähnlichem Geruch, schlechter Elektricitätsleiter. Sein Brechungsvermögen ist 1,5767 und seine Dichtigkeit beinahe 2. Es schmilzt bei 160° und kocht bei 182°, unter dem gewöhnlichen Druck. In einer Retorte erhitzt sublimirt es sich in dendritischen, prismatischen oder blättrigen Krystallen. In der Rothglühhitze zersetzt es sich, wie schon bei Bereitung des Prochlorids erörtert wurde.

In die Weingeistflamme getaucht, brennt es mit rother Flamme und Erzeugung vielen Rauches und saurer Dämpfe. Zieht man es aber daraus zurück, so hört es auf zu brennen (Ein Gemeng seines Dampfes mit Sauerstoffgas läßt sich durch den el. Funken nicht entzünden, zerfällt aber beim Durchgang durch glühende Röhren in ein Gemeng von Chlorgas, von kohlensaurem Gas, Kohlenoxydgas und Phosgengas).

Das Chlor ist ohne Wirkung auf das Kohlenstoffperchlorid, welches auch die T. seyn mag. Dasselbe gilt von der Kohle. Das Jod, der Schwefel und der Phosphor bringen es in der Hitze in den Zustand von Prochlorid zurück, indem sie sich eines Theils seines Chlors

bemächtigen; der Wasserstoff aber und die meisten Metalle bewirken in der Rothglühhitze seine vollständige Zersetzung; schlagen den Kohlenst. daraus nieder und verbinden sich mit dem Chlor zu Salzsäure oder zu Chloriden. (Ueber glühende Metalloxyde geleitet bilden die Dämpfe Metallchloride und entweder Kohlens. oder Kohlenstofforydgas).

Das Kohlenstoffprochlorid ist in kaltem wie in warmen W. nur in sehr geringer Menge aufl.; dagegen löst es sich leicht in Weingeist und noch leichter in Aether auf, so wie auch in den fixen und flüchtigen Oelen. Vom Wasser wird es aus seiner weingeistigen Auflösung niedergeschlagen.

Die Säuren und Alkalien äußern nur wenig Wirkung darauf.

Seine Zusammensetzung ist leicht auszumitteln. 1 Vol. ölbildendes Gas absorbirt 5 Vol. Chlorgas und bildet damit außer dem Kohlenstoffprochlorid 4 Vol. salzsaures Gas. Da nun diese 4 Vol. salzsaures Gas aus 2 Vol. Wasserstoffgas und 2 Vol. Chlorgas bestehen; und da ein Vol. ölbildendes Gas 2 Vol. Wasserstoffgas und 2 Vol. Kohlenstoffdunst enthält; so erhellt, daß das Kohlenstoffperchlorid aus 2 Vol. Kohlenstoffdunst und 3 Vol. Chlor, oder dem Gewichte nach aus 11,59 Kohlenst. und 100 Chlor bestehen muß.

Eigenschaften des Prochlorids. — Diese Zusammensetzung ist eine vollkommen wasserhelle, farblose, die El. schlecht leitende, Fl., vom spec. Gewicht 1,5526 und dem Brechungsvermögen 1,4875.

Bei einer Kälte von — 18° gefriert sie noch nicht; in einer Hitze von 74° verdampft sie; beim Hindurchstreichen durch eine glühende Röhre wird nur ein kleiner Theil derselben zersetzt.

Sie ist unauflöslich in Wasser, Salpeters., Schwefels. und Salzs.; löst sich dagegen leicht in Alkohol, Aether, fixen und flüchtigen Oelen auf.

Vom Wasserst. wird sie bei einer erhöhten T. zersetzt, eben so von den meisten Metallen. Immer entstehen dabei ähnliche Producte, als mit dem Perchlorid.

Das Jod löst sich darin auf und färbt sie roth; das Chlor verwandelt sie unter dem Einfluß des Sonnenlichts in Perchlorid.

Das Prochlorid besteht aus gleichen Volumtheilen Chlor und Kohlenstoffdunst, d. i. dem Gewichte nach aus 17,39 Kohlenst. und 100 Chlor. (Ausführlicheres hierüber s. in der Abhandlung von Faraday, Ann. de Ch. et de Phys. tome XVIII. p. 48).

Außer diesen beiden Chloriden scheint es nach Philipps und Faraday noch ein drittes zu geben, welches zweimal so viel Kohlenstoff als das vorige auf die nämliche Quantität Chlor enthält, und demnach aus 1 Vol. Chlor und 2 Vol. Kohlstoffdunst hervorgehen

würde. Doch vermochten sie dasselbe nicht direct zu erhalten oder in eins der vorigen zu verwandeln. Das, mit dem sie operirten, war von Julin zu Abo in Finnland als zufälliges Product (bei Destillation des Salpeters mit Eisenvitriol) in krystallinischem Zustande und nur in kleiner Menge erhalten worden. Hinsichtlich der Beschreibung seiner Eigenschaften verweisen wir die Leser auf die Abhandlung der genannten Chemiker selbst (Annal. of. Philos. Aug. 1821. Ann. de Ch. et de Phys. tome XVIII. p. 269. Schweigg. J. XXX. 232).

Vom Blaustoff (Kyanogen, Cyanogen, Cyanogenium, Cyanogène, AC^2).

182. Der Blaustoff oder das Kyanogen ist ein, seit einigen Jahren von Gay-Lussac entdeckter, Körper, welchen er bei Untersuchung einer Verbindung auffand, die man blausaures Quecksilber (prussiate de mercure) nannte, die wir aber weiterhin, ihrer Zusammensetzung gemäß, unter dem Namen Blaustoff-Quecksilber, Kyan-Quecksilber oder Queckſilberkyanid kennen lernen werden.

Das Kyanogen ist eine elastische, früher für permanent gehaltene, entzündliche Fl. von ausnehmend heftigem und penetranten Geruch, der Dichtigkeit 1,8064. Sie röthet merklich die Lackmustinktur. Erhitzt man aber die geröthete Tinctur, so entbindet sich das Gas, gemengt mit etwas Kohlens., und die blaue Farbe kehrt zurück.

† Faraday hat den Blaustoff durch gleichzeitige Anwendung von Druck und Kälte tropfbar gemacht. Er schloß zu diesem Ende etwas reines, durch Hitze getrocknetes, Blaustoffqueckſilber in das eine Ende einer gebogenen Glasröhre ein, und zersetzte es hier durch Hitze, während das andere Ende der hermetisch verschlossenen Röhre erkältet ward. Hier condensirte sich der Blaustoff vermöge Einwirkung der Kälte und des Drucks, den ein eingeschlossenes Gas auf sich selbst äußern muß, zur tropfbaren Fl. Diese erschien hell, farblos und sehr beweglich, noch flüssig bei 0° F. Ihr Brechungsvermögen zeigte sich etwas schwächer vielleicht als das des Wassers. Bei Oeffnung einer Blaustoffflüssigkeit haltenden Röhre gieng die Fl. verhältnißmäßig gegen ähnliche Flüssigkeiten nur langsam in Dampfzustand über mit starker Kälteerzeugung. Der Druck des Blaustoffdunstes schien bei 45° F. 3,6 bis 3,7 Atmosphären zu betragen. Das spec. Gewicht der Fl. war nahe 0,9.

† Bussy hat den Blaustoff durch bloße, mittelst Verdunstung von tropfbarer schwefeliger Säure erzeugte, Kälte verdichtet und ihn so in krystallinischem und festen Zustande erhalten.

Das Blaustoffgas erträgt eine sehr hohe T. ohne zersetzt zu werden; so wie man aber ein brennendes Licht in eine damit gefüllte Glocke taucht, brennt es mit einer angenehm violetten Flamme, indem sein Stickstoff frei wird, and sein Kohlenst. sich mit dem Srst. zu Kohlens. verbindet. Das Wasser nimmt bei der T. von 20° und unter dem gewöhnlichen Druck sein fünftehalbfaches Volumen davon auf und wird sehr pikant; Schwefeläther und Terpentinöl lösen wenigstens eben so viel, Alkohol wenigstens fünfmal so viel als das W. davon auf.

Der Phosphor, der Schwefel, das Jod, das Wasserstoffgas sind bei der Lampenhitze ohne Wirkung auf den Blaustoff.

Eben so wenig scheinen Kupfer, Gold, Platin darauf wirken zu können. Vom Eisen wird er, wenn die Hitze fast den Grad des Weißglühens erreicht hat, zum Theil zersetzt; das Eisen überzieht sich dabei mit einer sehr leichten Kohle, wird spröde und macht eine gewisse Quantität Stickst. frei.

Das Kalium wirkt mit großer Energie auf den Blaustoff; es absorbirt in der Hitze davon eben so viel, als es in Berührung mit W. Wasserstoffgas entbindet, und zwar unter Lichtentwicklung. Leicht läßt sich der Versuch in einer kleinen krummen Glocke über Quecksilber anstellen. Das Kyankalium ist gelblich, von sehr alkalinischem Geschmack; es zersetzt das Wasser und bildet dadurch blausaures Kali; d. i. eine Säure, welche aus Wasserst., Kohlenst. und Stickst. besteht und sich mit Kali verbindet. (S. über die andern Eigenschaften des Blaustoffs den Abschnitt über die thierische Chemie (1827)).

Der Blaustoff kommt nicht in der Natur vor. Man verschafft sich denselben durch Zersetzung des Blaustoffquecksilbers oder Quecksilberkyanids mittelst der Hitze.

Dieß Kyanid muß neutral und krystallisirt, überdieß vollkommen trocken seyn: denn während es trocken blos Blaust. hergiebt, erzeugt es dagegen feucht Kohlensäure, Ammoniak und viel Dunst von Blausäure. Der Versuch läßt sich in einer kleinen, recht trocknen, Glasretorte anstellen. Nachdem man 20 bis 30 Grammen Blaustoffquecksilber hineingebracht hat, fügt man eine Glasröhre daran, die unter Glocken voll Quecksilber tritt; man legt glühende Kohlen unter die Retorte und bald erfolgt die Zersetzung. Das Blaustoffgas sammelt sich in der Glocke und das Quecksilber verdichtet sich in der Röhre.

Man kann zur Analysirung des Blaustoffs zwei Wege einschlagen. Der eine besteht darin, den Blaust. im Quecksilbereudiometer mit dem

Drittehalbfachen seines Volumens Srst. verpuffen zu lassen; der zweite, ein Gemeng aus einem Theil Blaustoffqueckſilber und 10 Theilen Kupferdeutoxyd in eine, an einem Ende verſchloſſene, Glasröhre zu bringen, das Gemeng mit Kupferfeile zu bedecken, dieſe zum Rothglühen zu bringen, alsdann das Oxyd und das Kyanid zu erhitzen und die Gasarten aufzufangen. In jedem Fall wird man aus 1 Vol. Blaustoff, 1 Vol. Stickgas und 2 Vol. kohlenſaures Gas enthalten. Nun repräſentiren 2 Vol. kohlenſaures Gas 2 Vol. Kohlenſtoffdunſt. Der Blaustoff beſteht ſonach aus 2 Vol. Kohlenſtoffdunſt und 1 Vol. Stickſtoff, die ſich zu einem einzigen Vol. verdichtet haben. In der That, wenn man die Dichtigkeit des Kohlenſtoffdunſtes zweimal zu der des Stickſtoffs addirt, d. i. 0,8440 zu 0,9757, erhält man 1,8197, welche Zahl ſehr wenig von der, durch die Erfahrung gefundenen, 1,8064 abweicht.

Dritter Artikel.

Von den Verbindungen des Phosphors mit den einfachen, nicht metalliſchen, verbrennlichen Körpern.

Der Phosphor verbindet ſich 1) mit dem Waſſerſtoff; 2) mit dem Schwefel; 3) mit dem Selen; 4) mit dem Jod; 5) mit dem Chlor. Seine Verbindungen mit dem Waſſerſtoff ſind ſchon (173) unterſucht worden; es bleiben uns ſomit nur noch die andern abzuhandeln übrig.

Von den Schwefelphosphoriden oder Phosphorſulfuriden.

182 bis. Der Phosphor und Schwefel verbinden ſich in einer großen Menge verſchiedener Verhältniſſe mit einander; und hienach müſſen ſich auch begreiflich die Eigenſchaften der Schwefelphosphoride abändern. Ihre Farbe iſt immer gelblich, ihr Aggregatzuſtand und ſpec. Gewicht aber nicht immer das nämliche. Manchmal iſt die Verbindung tropfbar; immer aber ſchwerer als Waſſer.

Sollten nicht die zahlreichen Zuſammenſetzungen des Phosphors mit dem Schwefel aus der Verbindung eines, bis zweier, nach beſtimmten Verhältniſſen gebildeter, Phosphoride, mit mehr oder weniger Schwefel oder Phosphor hervorgehn?

183. Vorkommen, Zubereitung. — Die Schwefelphosphoride kommen nicht in der Natur vor, und müſſen ſomit künſtlich bereitet werden. Vor Erörterung der Verfahrungsarten, durch welche ſie ſich

erhalten lassen, wird es jedoch erforderlich seyn, verschiedene Erscheinungen, welche ihre Bildung begleiten können, kennen zu lehren.

Erhitzt man Phosphor und Schwefel unter Wasser, so schmelzen sie allmälig zusammen und es entbindet sich Schwefelwasserstoffgas, welches man auffangen kann, und Phosphorsäure oder phosphorige S., welche zugleich gebildet wird, bleibt in der Fl. Man thue in eine kleine Glocke 2 bis 3 Grammen Schwefel und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Grammen Phosphor, fülle sie zu zwei Drittheilen mit Wasser, füge eine gekrümmte Röhre daran, die unter eine kleine Glocke voll W. taucht und gebe Hitze. Bald wird die Gasentbindung erfolgen. Diese Entbindung würde selbst rasch genug werden, um eine heftige Detonation zuwege zu bringen, wenn man die Fl. bis zum Sieden brächte, wie mir zweimal begegnet ist. Offenbar wird bei diesem Versuch das W. zersetzt; sein Wasserst. verbindet sich mit dem Schwefel und sein Srst. mit dem Phosphor.

Wenn man den Schwefel und Phosphor, anstatt unter W., so viel als möglich ohne W. erhitzt, so erfolgt ebenfalls eine heftige Detonation, wenn zum Versuche einige Grammen Phosphor und Schwefel genommen werden. Eine große Wärmeentbindung und die Erzeugung einer gewissen Quantität Schwefelwasserstoffgas sind die unmittelbare Ursach davon. Dieß zeigt folgender Versuch. Eine kleine krumme Glocke wurde mit Quecksilber gefüllt und etwas Stickstoffgas hineingelassen; darauf zwei Grammen Phosphor bis in den krummen Theil gebracht und an der Lampe geschmolzen. Mit dem so geschmolzenen Phosphor wurden nun zwei Grammen klein-zerstückten Schwefels in Verbindung gebracht; indem man nämlich die einzelnen Schwefelstücken nach einander mittelst eines Stäbchens in den schmelzenden Phosphor brachte. Man bemerkte hiebei, daß jedes Stück im Augenblick der Verbindung ein kleines Geräusch hervorbrachte, ähnlich dem, welches entsteht, wenn man ein glühendes Eisen in W. taucht. Nach vollbrachter Verbindung wurde das Gas gemessen; es fanden sich 60 Theile mehr davon als vor der Verbindung; und diese 60 Theile waren Schwefelwasserstoffgas. Auch zeigte sich, daß das gebildete Phosphorid die Lackmustinktur röthete: mithin hatte sich eine Säure gebildet. Wie hat man sich nun das Entstehen des Schwefelwasserstoffgases und der Säure zu erklären? Am einfachsten, wenn man annimmt, daß der eingebrachte Phosphor, da er unter Wasser aufgefangen und unter Wasser aufbewahrt worden ist, immer etwas davon zurückbehält, welche Sorgfalt man auch dabei anwenden mag, und daß dieses Wasser es ist, welches wie beim vorigen Versuch zersetzt wird.

Wie dem auch sey, so zeigen die vorigen Versuche, daß die Be-

reitungsarten des Schwefelphosphorids nicht ohne Gefahr sind. Um sie zu vermindern, muß man folgendergestalt zu Werke gehn.

Will man den Phosphor mit dem Schwefel ohne Zwischenwirkung des Wassers verbinden, so nehme man eine 8 bis 10 Centimeter (3 bis 4 Zoll) lange und 1 bis 2 Centimeter ($\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ Zoll) dicke Röhre, welche an einem Ende offen, am andern verschlossen ist; bringe 2 bis 3 Grammen oder mehr Phosphor hinein; lasse ihn schmelzen, und setze, wenn er geschmolzen ist, den Schwefel, mit dem man ihn verbinden will, in kleinen Stücken hinzu, indem man jedesmal wartet, bis die Verbindung mit dem vorigen Stück zu Stande gekommen ist, welches man an einem kleinen Geräusch, das dabei entsteht, erkennen kann.

Soll dagegen die Verbindung unter W. bewerkstelligt werden, so muß man sogleich mit der Gesammtmasse der zu verbindenden Substanzen operiren, die T. nur bis zu 60° bis 70° erhöhen, den Schwefel in sehr zertheiltem Zustande, z. B. als Schwefelblumen anwenden, und das Gemeng bis zu vollständig erfolgter Schmelzung mit einer Röhre umrühren. Man wird selbst wohl thun, die Schwefelblumen zuerst einzurühren, um sie gehörig zu befeuchten, widrigenfalls sie an der Oberfläche der Fl. hängen bleiben und die Berührung schwieriger zu Stande kommen lassen würden.

184. Die Schwefelphosphoride schmelzen leichter als der reine Phosphor. Pelletier, welcher viele Versuche über den Phosphor angestellt hat, hat gefunden, daß derselbe, successiv mit dem $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3 fachen seines Gewichts Schwefel verbunden, Zusammensetzungen gab, deren erste bei 12° R., die zweite bei 8°, die dritte bei 4°, die vierte bei 10°, die fünfte bei 30° schmolz. (Ann. de Ch. tome IV. p. 10; oder auch Mémoires de Pelletier). Ich meinerseits habe gefunden, daß das Phosphorid aus 2 Theilen Phosphor und 1 Theil Schwefel leichter schmolz als das aus gleichen Theilen dieser verbrennlichen Körper.

Faraday, dem man neue Beobachtungen über die Schwefelphosphoride verdankt, hat gesehen, daß eine Zusammensetzung aus ungefähr 5 Schwefel und 7 Phosphor sehr flüssig bei 0° und noch nicht fest bei — 6°,7 war; daß die nämliche Zusammensetzung, einige Wochen unter W. aufbewahrt, Krystalle von reinem Schwefel abgesetzt und zugleich ihre Schmelzbarkeit verloren hatte, und darauf nach einigen Stunden Verweilen in einer Atmosphäre von der T. von 3 bis 4 Grad zu einer krystallinischen Masse gestand, welche aus 2 Phosphor und 1 Schwefel zu bestehen schien. Er überzeugte sich ferner, daß sich durch directe Verbindung des Phosphors und Schwefels in den zuletzt angegebenen Verhältnissen ein Phosphorid erhalten lasse, das, wie das

vorige, die Eigenschaft zu krystallisiren besitzt; woraus er schließt, daß es eine Zusammensetzung nach bestimmten Verhältnissen sey. Er fügt hinzu, daß, wenn man irgend ein Schwefelphosphorid mit einer Ammoniaklösung schüttelt, alle etwa darin enthaltenen Unreinigkeiten in einigen Stunden verschwinden, das Phosphorid halb durchsichtig, flüssiger wird, und endlich daß es, selbst in mehrern Wochen, nicht merklich auf das W. wirkt.

† Nach Kastner erhält man Phosphorsulphuride in bestimmten Verhältnissen, wenn man ein Gemisch von Phosphor und Schwefel, statt unter W., unter Alkohol bringt, wo es sich in Schichten von verschiedener Flüssigkeit theilt, so daß der Phosphorgehalt des flüssigsten das Vierfache von dem Phosphorgehalt des am meisten festen ist.

Einer hinlänglichen Hitze ausgesetzt, verflüchtigen sich die Phosphorsulfuride; was sich leicht, wie am Phosphor selbst, mittelst einer kleinen krummen Glocke nachweisen läßt (98); es scheint jedoch, als ob das sich zuerst Verflüchtigende mehr Phosphor enthalte, als das hernach folgende; insbesondre, wenn das Phosphorid aus ziemlich eben so viel Phosphor als Schwfel besteht.

Die Phosphorsulfuride äußern eine starke Wirkung auf das Srstgas, zumal unter Mitwirkung einer leichten Wärme; es entsteht dabei unter starker Licht- und Wärmeentbindung feste Phosphorsäure und schwefligs. Gas. Auch die atm. L. bringt bei einigermaßen erhöhter T. ihre Entzündung zuwege. Wahrscheinlich bildet und entzündet sich ein solches Phosphorid, wenn man ein Schwefelhölzchen in ein, Phosphor enthaltendes, Fläschchen taucht (100). Was diese Meinung unterstützt, ist, daß wenn man 2 Grammen Phosphor und 1 Gramme Schwefel in kleinen Stücken in ein kleines Cylindergefäß bringt, beide sich endlich mit Explosion verbinden, wiewohl die Verbindung weder durch Reibung noch durch äußere Wärme begünstigt wird. Kann nun unter diesen Umständen das Schwefelphosphorid sich bilden, so wird es noch weit eher unter den obenangegebenen entstehen können.

Man hat das Verhalten der Phosphorsulfuride zu den verbrennlichen Körpern noch nicht untersucht; unstreitig werden die meisten Metalle sie zersetzen und sich ihrer Bestandtheile bemächtigen.

Geschichtliches. — Die Entdeckung der Phosphorsulfuride rührt von Marggraf her, ihre weitere Untersuchung von Pelletier (Ann. de Ch. tom. IV; oder Mémoires de Pelletier); von Russin-Puschin (Ann. de Ch., tom. XXX); von Thenard (Ann. de Ch., t. LXXXI), von Faraday (Ann. de Ch. et de Ph., tom. VII, pag. 71).

Von den Phosphorseleniden oder Selenphosphoriden (Phosphures de Sélenium).

184 bis. Der Phosphor verbindet sich in allen Verhältnissen mit dem Selen, wie mit dem Schwefel. Die physischen Eigenschaften dieser Zusammensetzungen ändern sich, wie die der Phosphorsulfuride: so hat das Phosphorselenid eine bräunlichgelbe Farbe und einen krystallinischen Bruch, wenn der Phosphor vorwaltet; es ist sehr schmelzbar, hat viel Glanz, einen glasartigen Bruch und eine dunkelbraune Farbe, wenn der Phosphor nicht vorwiegt. Immer ist es flüchtig. Mit W. übrigens in Berührung gebracht, zersetzt es dasselbe allmälig und bringt eine Säure des Phosphors und Selenwasserstoffsäure hervor, welche sich auflöst und der Flüssigkeit einen hepatischen Geruch (Geruch nach Schwefelleber) mittheilt. (Berzelius, Ann. de Ch. et de Ph., tome IX, pag. 238).

Von den Jodphosphoriden oder Phosphorjodiden (Phosphures de Jode).

185. Der Phosphor und das Jod verbinden sich in verschiednen Verhältnissen. Immer erfolgt ihre Vereinigung mit Entbindung von Wärme ohne Licht. Sie läßt sich leicht in einer kleinen, über einige glühende Kohlen gebrachten, Glasröhre bewerkstelligen. Die einzige nothwendige Vorsichtsmaßregel ist, die Stoffe recht trocken zu nehmen. Gay-Lussac, der die Jodphosphoride besonders untersucht hat, hat beobachtet, daß man erhält:

1) Aus 1 Phosphor und 8 Jod eine pomeranzengelbe, ungefähr bei 100° schmelzbare, bei einer höhern T. flüchtige, Zusammensetzung, welche, mit W. in Berührung gebracht, dasselbe zersetzt unter Abscheidung von Phosphorflocken und Entbindung von Phosphorwasserstoffgas, phosphoriger S. und Jodwasserstoffs., welche in der Auflösung bleibt.

2) Mit 1 Phosphor und 16 Jod eine schwarzgraue, krystallisirte, bei 29° schmelzbare, Materie, welche das W. wie die vorige Verbindung zersetzt und blos phosphorige S. und farblose Jodwasserstoffs. dabei bildet.

3) Mit 1 Phosphor und 24 Jod eine schwarze, bei 46° theilweis schmelzende, das Wasser unter lebhafter Hitze zersetzende, und sich dabei in phosphorige S. und in jodirte Jodwasserstoffs., die immer gelblichbraun gefärbt ist, zersetzende, Materie.

Von den Chlorphosphoriden oder Phosphorchloriden (Phosphures de Chlore ou Chlorures de Phosphore).

187. Die Wirkung des Phosphors und Chlors auf einander ist, selbst bei der gewöhnlichen T., so stark, daß, wenn man ein Stück Phosphor mittelst eines am Ende eines Drahts hängenden, Schälchens, in eine Flasche voll Chlor taucht, beide sich sofort unter Entbindung von Wärme und mit Lichtausbrüchen (jets de lumière) vereinigen. Ihre Verbindung kann in zwei Verhältnissen erfolgen und es giebt somit ein Prophosphorid und ein Deuto- oder Perphosphorid von Chlor, oder wenn man so lieber will, ein Deuto- oder Perchlorid und ein Prochlorid von Phosphor. Diese Zusammensetzungen sind namentlich merkwürdig wegen ihrer Eigenschaft, das W. schnell zu zersetzen, wobei sie Salzsäure und phosphorige S. oder Phosphors. bilden.

Deuto- oder Perchlorid von Phosphor. — Diese Zusammensetzung wurde von Davy im J. 1810 entdeckt (Elémens de Chimie philosophique, 1 Vol. art. Phosphore).

Das Phosphordeutochlorid ist fest, schneeweiß, sehr flüchtig, doch weniger als das Prochlorid, (die El. nicht leitend). Gut getrocknetes Lackmuspapier, seinem Dampfe in einem luftleren Recipienten ausgesetzt, färbt sich schnell roth. In verschlossenem Gefäße, oder sonst einem gewissen Druck ausgesetzt und gelind erhitzt, schmilzt es und krystallisirt beim Erkalten in fast vollkommen durchsichtigen Prismen. Läßt man es mit Erstgas durch eine glühende Röhre streichen, so entsteht Phosphors. und Chlor, eben so wenn man es der Flamme einer Kerze aussetzt. Der Wsst. und die meisten Metalle zersetzen es ebenfalls unter Mitwirkung der Hitze: der Wsst. indem er Salzs. u. s. w. hervorbringt, die Metalle, indem sie Metallchloride und Metallphosphoride bilden. Seine Wirkung auf das W. ist außerordentlich lebhaft. Kaum sind beide Substanzen in Berührung mit einander gekommen, so bilden sie durch wechselseitige Zersetzung Salzs. und Phosphors. Nach Dulong finden hiebei noch sonst sehr bemerkenswerthe Erscheinungen Statt. Wirft man ein etwas beträchtliches Stück Phosphordeutochlorid auf das W., so verdampft wegen der sich entbindenden Hitze der größere Theil des Chlorids; ist aber das Chlorid gepulvert und in kleinem Verhältniß zum W., so geht sehr wenig davon verloren. Man sieht alsdann auf der Oberfläche des Wassers Tropfen einer Flüssigkeit von ölartigem Aussehn erscheinen, die sich bald auf dem Boden des Gefäßes sammeln und endlich verschwinden. Dieß neue Product ist wahrscheinlich ein Hydrat von Phosphorchlorid,

d. i. eine Zusammensetzung von Chlorid und W. (Mém. d'Arcueil, tom. III, p. 439).

Eine innige Verbindung endlich geht das Phosphordeutochlorid mit dem Ammoniak ein. Die hiedurch entstehende dreifache Zusammensetzung ist weiß, geschmacklos, feuerbeständig; unaufl. im W. und durch Alkalien nicht zersetzbar.

Das Deutochlorid ist immer ein Kunstproduct. Man erhält es, indem man trocknes Chlor nach und nach in eine kleine Retorte steigen läßt, welche gleichfalls trocknen Phosphor enthält, bis das Chlor in Ueberschuß ist, oder bis sich der Phosphor in eine feste und weiße Masse verwandelt hat, welche das Deutochlorid im Zustand seiner größten Reinheit darstellt.

Dulong hat das Verhältniß seiner Bestandtheile folgendergestalt ausgemittelt. Er nahm eine gewisse Quantität Phosphor, z. B. 1 Gramme, that sie in eine Retorte, machte diese luftleer, setzte sie in Verbindung mit einer Glocke voll gasförmigem Chlor, wog sie nach der Operation, und verglich ihr Gewicht mit dem, was sie hatte, wenn sie blos mit Chlor gefüllt war, ein Gewicht, das er genau durch einen vorhergehenden Versuch gefunden hatte. So fand er, daß das Deutochlorid aus 100 Phosphor und 549, 1 Chlor bestand (Vol. III. d'Arcueil, p. 437). Davy hält diese Resultate nicht für zulässig; er schätzt die Quantität Chlor, welche von 100 Phosphor absorbirt wird, auf 600. (Ann. de Ch. et de Ph., tom. X, p. 207).

Prochlorid von Phosphor. — Dieß Chlorid, im J. 1808 von Gay-Lussac und Thenard entdeckt, ist tropfbar, farblos, durchsichtig, etwas schwerer als W., sehr rauchend und sehr ätzend; die Lackmustinktur, nicht aber ganz trocknes Lackmuspapier, stark röthend. Sein Siedgrad ist sehr niedrig. An der Luft verbreitet es (dicke, weiße,) sehr stechende Dämpfe; durch das Wasser wird es unter Wärmeentbindung plötzlich in Salzsäure und phosphorige Säure verwandelt. Das Ammoniak schlägt zugleich Phosphor und eine Verbindung von Phosphorperchlorid mit Ammoniak (als eine weiße, in W. unaufl., erdähnliche Substanz) daraus nieder. Das Phosphorprochlorid vermag endlich auch noch eine gewisse Quantität Phosphor aufzulösen und erhält dann die Eigenschaft, Josephpapier in Flammen zu setzen, wenn man dasselbe damit tränkt, und von W. getrübt zu werden; Erscheinungen, die ohne Zweifel von dem sich absetzenden überschüssigen Phosphor herrühren.

Man bereitet das Prochlorid eben so wie das Deutochlorid, abgerechnet daß man aufhört, trocknes Chlor in die gleichfalls recht trockne Retorte überstreichen zu lassen, so wie die sich erzeugende Fl. anfängt sich zu trüben oder Deutochlorid abzusetzen. Durch gelinde

Erhitzung der Retorte läßt sich alsdann das Prochlorid in eine Vorlage überdestilliren. Auch läßt es sich erhalten, indem man das Deutochlorid mit der gehörigen Quantität Phosphor vereinigt; ein Verfahren, welches von Davy jenem noch vorgezogen wird. Man hat nach ihm auf 7 Theile Deutochlorid 1 Th. Phosphor zuzusetzen. (Es sammelt sich auch in der Vorlage reines Phosphorprochlorid, wenn man Phosphordämpfe durch eine Glasröhre treibt, in welcher sich gepulverter Aetzsublimat (Queckſilberperchlorid) befindet).

Nach Dulong besteht das Phosphorprochlorid aus 100 Phosphor und 327,6 Chlor. Er stellte die Analyse desselben so an, daß er es mit W. mengte und in die Fl. salpeterſ. Silber in Ueberschuß schüttete. Das W. verwandelte, der erwähnten Wirkungsart gemäß, das Phosphorchlorid in phosphorige S. und in Salzſ. Diese erzeugt durch Wirkung auf das Oxyd des Salzes wiederum W. und bildet ein unauſl. Silberchlorid, dessen Zusammensetzung vollkommen bekannt ist, und dessen Gewicht die gesuchte Quantität Chlor finden läßt (1071): zieht man alsdann diese Quantität von der des Chlorids ab, welche dem Versuch unterworfen wurde, so erhält man als Differenz die darin befindliche Quantität Phosphor. (Mém. d'Arcueil, tom. III, p. 419). Anstatt 327,6 Chlor nimmt Davy nur 300 Chlor auf 100 Phosphor als in die Zusammensetzung des Phosphorprochlorids eingehend an; so daß nach ihm das Deutochlorid auf die nämliche Quantität Phosphor doppelt so viel Chlor als das Prochlorid enthalten würde. (Ann. de Ch. et de Ph. tom. X. p. 207).

Die Phosphorchloride sind ohne Nutzen. Einige Chemiker betrachten dieselben als Säuren, und wollen sie chlorphosphorige S., (ac. chloro-phosphoreux) und Chlorphosphorsäure, (ac. chloro-phosphorique) genannt wissen. Diese Meinung kann jedoch höchstens für das Deutochlorid statthaft seyn, da das Prochlorid weder das trockne Lackmuspapier röthet*), noch sich mit den Alkalien zu verbinden vermag.

Von den Verbindungen des Schwefels mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern.

187 bis. Der Schwefel ist der Verbindung fähig, 1) mit dem Wsſſt.; 2) mit dem Khlſt.; 3) mit dem Phosphor; 4) mit dem Selen; 5) mit dem Chlor; 6) mit dem Jod; (7) mit dem Stick-

---

*) Die Röthung der Lackmustinktur rührt von den, durch wechselseitige Zersetzung des Wassers und Phosphorids entstehenden, Säuren her.

stoff(?) Wenn er mit dem Wsst. in Verbindung ist, so vermag er sich dann auch noch mit dem Ammoniak, d. i. einer Verbindung von Wsst. und Stickst. zu vereinigen.

Die drei ersten Zusammensetzungen sind schon früherhin untersucht worden (178. 179, 180 und 182 bis).

Die letzte wird bei Beschreibung der schwefelwsstsauren Salze (1262) abgehandelt werden. Es bleiben uns also hier nur noch das Selensulfurid, das Chlorsulfurid und das Jodsulfurid (und das noch problematische Stickstoffsulfurid) zu betrachten übrig.

Von den Selensulfuriden (Sulfures de Sélénium).

Der Schwefel und das Selen verbinden sich (durch Zusammenschmelzen) in allen Verhältnissen eben so wie das Selen und der Phosphor. (Durch wenig Schwefel, z. B, durch $\frac{1}{100}$ wird das Selen schmelzbarer, zeigt sich, so lange es heiß ist, zähflüssig und schwarz, wird aber während des Abkühlens durchsichtig, dunkelroth und dünnflüssig. Viel Schwefel mit wenig Selen, z. B. Schwefel mit $\frac{1}{100}$ Selen, bildet eine undurchsichtige, schmutzig grüngelbe Masse). Der einzige Weg, ein Selensulfurid mit bestimmten Verhältnissen der Bestandtheile zu erhalten, ist, eine Aufl. von Selens. durch einen Strom Schwefelwsstgas zu zersetzen. Glaubt man, daß alle S. zersetzt ist, so setzt man einige Tropfen Salzs. zur Fl., welche eine citronengelbe Farbe angenommen hat, hinzu und erhitzt sie. Hiedurch wird das Selensulfurid, welches höchst fein zertheilt in der Fl. schwebte, abgeschieden, bäckt zusammen und bildet eine zusammenhängende, elastische, dunkelgelbe Masse.

Das so gewonnene Selensulfurid enthält auf 100 Theile Selen 60, 75 Schwefel. Es ist sehr schmelzbar; wird bei 100° weich, bei einigen Graden darüber vollkommen tropfbar, bei noch höherer T. kocht es. Der übergegangene Theil ist nach dem Erkalten durchsichtig, rothgelb, geschmolzenem Auripigment ähnlich.

An der Luft erhitzt, entzündet sich das Selensulfurid und giebt schwefligs. Gas und Selenoxydgas; der Schwefel verbrennt zuerst, (der vom Selenoxydgas herrührende Rettiggeruch tritt erst später hervor). Auch verwandelt sich ein Gemeng von Selens. und Selensulfurid bei einer gewissen T. in schwefligs. Gas und in Selen.

Das Selensulfurid ist sehr aufl. in Kali- und Natronaufl. so wie in den schwefelwsstsauren Auflösungen dieser Alkalien. Die Flüssigkeit, indem sie sich mit dem Selensulfurid schwängert, nimmt eine sehr dunkelorangegelbe Farbe an, und läßt dasselbe sogleich wieder fallen, wenn man sie in Berührung mit Säuren bringt.

Die Salpeters. ist fast ohne Wirkung auf das Selensulfurid; weit stärker wirkt das Königswasser darauf. In beiden Fällen streben Selen und Schwefel in sauren Zustand überzugehen. (Ann. de Ch. et de Ph., t. IX, p. 236).

Vom Chlorsulfurid, Chlorschwefel, Schwefelchlorid (Sulfure de Chlore ou Chlorure de Soufre).

Taucht man lebhaft brennenden Schwefel mittelst einer kleinen Kapelle in eine Flasche voll Chlor, so fährt er fort, mit Flamme zu brennen. Bringt man aber beide Körper bei der gewöhnlichen T. mit einander in Berührung, so erfolgt blos Wärmeentbindung, wiewohl das Gas ziemlich rasch vom Schwefel verschluckt wird. In beiden Fällen bildet sich Chlorsulfurid.

Das Chlorsulfurid, von Thomson entdeckt, und von Amadeus Bertholet ausführlich untersucht (Mém. d'Arcueil, tom. I), ist tropfbar, rothbraun, sehr flüchtig bei der gewöhnlichen T., von lebhaftem, stechenden, sehr unangenehmen Geruch, sehr starkem Geschmack; vom spec. Gewicht 1,7 bei 10°; röthet die Lackmustinctur stark.

In einer Retorte erhitzt, kommt es schnell ins Kochen ohne dadurch eine Veränderung zu erleiden. An der L. verbreitet es sehr dicke Dämpfe. Eine große Menge Körper bewirken seine Zersetzung.

Schüttelt man gleiche Theile Chlorschwefel und W. zusammen, so entsteht ein sehr lebhaftes Sieden mit großer Wärmeentwicklung. Es setzt sich Schwefel ab, und man erhält Salzs., schweflige S. und etwas Schwefels. in Aufl. Das Wasser wird also zersetzt, und während sein Wsfst. sich mit dem Chlor verbindet, vereinigt sich sein Srst. mit dem größern Theil des Schwefels.

Die nämlichen Erscheinungen bieten sich dar, wenn man Aether oder Alkohol mit Chlorschwefel zusammenbringt; nur treten sie hier noch auffallender hervor, weil diese beiden Flüssigkeiten flüchtig sind. Die Reaction ist so stark, daß jedesmal, wenn man einen Tropfen Schwefelchlorid in sehr conc. Alkohol fallen läßt, eine Art Decrepitation erfolgt.

Wenn man Schwefelchlorid in Ammoniak gießt, so erfolgt ein lebhaftes Sieden; es fällt Schwefel nieder, der etwas Alkali mit sich nimmt, wenn dieß in Ueberschuß vorhanden ist, zugleich bildet sich ein Sulfit, ein Sulfat und ein Hydrochlorat von Ammoniak; außerdem entstehen dicke, schön rothviolette Wirbel (tourbillons). Die concentrirten Auflösungen von Kali und Natrum bieten ungefähr ähnliche Erscheinungen dar.

Gießt man endlich Chlorschwefel auf das Queckſilber, ſo wird die Oberfläche des Metalls glanzlos; es entbindet ſich ſehr viel Wärme und bald findet man an der Stelle des Queckſilbers und des Chlorſchwefels nur noch eine graue pulverige Maſſe, welche nichts andres als ein Gemeng v[illegible] Queckſilberſulfurid und Chlorid iſt.

† Mit der Zeit ſcheint ſich der Chlorſchwefel von ſelbſt zu zerſetzen. Wenigſtens hatte ſich aus Chlorſchwefel, den Biſchof ein Jahr lang in verſchloſſenen Gefäßen aufbewahrt hatte, Schwefel herauskryſtalliſirt (Schw. J. 1822. VI. N. R. S. 270).

Der Chlorſchwefel kommt nicht in der Natur vor. Man bereitet ihn, indem man trocknes Chlor durch reine Schwefelblumen oder Schwefelſublimat ſtreichen läßt. Zu dieſem Zweck bereitet man dieß Gas auf die, früher (S. 215) angegebene, Art, und leitet es durch eine Röhre auf den Boden eines Gasrecipienten (éprouvette), in den man den Schwefel thut. Der Verſuch iſt erſt zu Ende, wenn aller Schwefel verſchwunden iſt, welches viel Zeit erfordert. Nach Thomſon verhält ſich die Quantität Schwefel zur Quantität Chlor in dieſem Chlorid wie 45, 85 zu 51, 58. (Ann. de Ch. et de Ph. t. XIV, p. 322); es ſcheint jedoch, daß die erſtere geringer ſeyn müſſe; denn 100 Grammen Schwefel geben ziemlich 300 Grammen Chlorid; übrigens giebt es vielleicht auch mehrere Chloride (Ebend. p. 326). Mehrere Chemiker betrachten das Schwefelchlorid als eine Säure, die ſie Chlorſchwefelſäure genannt wiſſen wollen, weil die Lackmustinktur und das Lackmuspapier dadurch geröthet werden.

Uns ſcheint dieſe Anſicht auf einem Irrthum zu beruhen. Die Veränderung der blauen Farbe läßt ſich nämlich füglich der ſchnellen Bildung einer gewiſſen Quantität Salzſ. oder ſchwefliger S. beimeſſen. Auch verbindet ſich das Schwefelchlorid nicht mit ſalzfähigen Baſen.

Vom Jodſchwefel, Jodſulfurid. (Sulfure d'Jode).

Der Schwefel verbindet ſich leicht mit dem Jod, aber mit weit geringerer Reaction als der Phosphor. Eine mäßige Erwärmung reicht hin, ihre Verbindung hervorzubringen: das ſo erhaltene Jodſulfurid iſt ſtralig und glänzend wie das Antimoniumſulfurid. Es zerſetzt ſich leicht. So wie man es einer nur etwas höhern T., als bei der es ſich bildet, ausſetzt, ſcheidet ſich das Jod daraus ab.

---

† Vom Stickstoffsulfurid oder Schwefelstickstoff.

Mehrere Chemiker wollten schon solchen in Mineralwässern gefunden haben; doch widerlegten sich ihre Angaben. Neuerlich versichert indeß Granville in London, eine solche Verbindung als Product animalischer Zersetzung im lebenden Körper erhalten zu haben. Der Fall betraf ein Mädchen, welches an schleichendem Fieber und Unterleibsentzündung mit Meteorismus starb. Der Unterleib enthielt Flüssigkeit und eine Gasart, die nach Granvilles Zerlegung in 100 Th. aus 85 Schwefelstickstgas und 15 khls. Gas bestand. Der Schwefelstickst. selbst enthielt in 100 Th. 92,03 Stickst. und 7,97 Schwefel; (1 Atom Schwefel und 8 Atom Stickst).

Das Schwefelstickstgas ist farblos, vollkommen unaufl. in W. und durch die Kälte nicht zu verdichten; brennt nicht mit Flamme, hat einen eigenthümlichen Geruch, der dem von Schwefelwsstgas ähnlich, doch specifisch verschieden ist, erleidet keine Veränderung oder Zersetzung durch Elektricität, besitzt keine merklichen alkalischen oder sauren Eigenschaften, und schmeckt wie eine animalische Substanz im Zustand anfangender Fäulniß. (London méd. and phil. Journ. Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde Bd. III. Nr. 10 Hänel. Mag. d. Pharm. 1823. S. 37).

Fünfter Artikel.

Von den Verbindungen des Selens mit den nicht metallischen verbrennlichen Körpern.

187 ter. Von allen diesen Körpern hat man erst die Verbindung des Wssts, des Phosphors und des Schwefels mit dem Selen bewerkstelligt. Das Selen-Phosphorid und Sulfurid sind schon betrachtet worden (184 bis und 187 bis). Vom Selenwasserstoff wird, da er eine S. darstellt, erst später gehandelt werden.

Sechster Artikel.

Von den Verbindungen des Chlors mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern.

188. Das Chlor vermag sich zu verbinden, 1) mit dem Khlst.; 2) mit dem Phosphor; 3) mit dem Schwefel; 4) mit dem Jod; 5) mit dem Stickst.; 6) mit dem Wsstst., 7) mit dem Blaustoff;

8) mit dem Wsst. verbunden, d. h. als Salzsäure, verbindet es sich dann noch mit dem Ammoniak.

Unter diesen Verbindungen sind die drei ersten schon untersucht worden (181 bis, 187 und 187 bis): die sechste wird unter dem Namen Salzsäure weiterhin (455) betrachtet werden; die siebente unter dem Namen Chlorblausäure bei Abhandlung der thierischen Chemie; und die letzte als salzsaures Ammoniak (1202).

Wir haben also hier nur vom Jod- und vom Stickstoffchlorid zu sprechen.

Vom Jodchlorid (Chlorure d'Jode).

Trocknes Chlorgas wird von trocknem Jod bei der gewöhnlichen T. schnell absorbirt und bildet damit, unter Entbindung von wenigstens 100° Wärme, eine deliquescirende (von der Feuchtigkeit der Luft zerfließende) Zusammensetzung, die stellenweis hellorangegelb und orangeroth ist. Die Theile von der letztern Farbe enthalten weniger Chlor und sind minder flüchtig, als die erstern. Alle aber sind zerfließlich. Mit W. in Berührung gebracht, zersetzen sie dasselbe allem Anschein nach und bilden damit, die erstere Salzs. und Jods., die letztere Salzs. und jodirte Jods. Man erhält daher beim Zusatz von Kali zur Fl., mit den gelben Theilen blos Hydrochlorat (salzs. Salz) und Jodat des Alkalis; mit den rothen aber außer diesen beiden Salzen noch einen Niederschlag von Jod, wofern nur das Kali allmälig zugegossen wird. Da jedoch die Aufl. des Chlorids in W. noch die Eigenschaft zeigt, den, in Schwefels. aufgelösten, Indigo zu entfärben; und da hiedurch noch die Gegenwart einer gewissen Quantität freien Chlors dargethan wird, so scheint das Chlor nicht durch das Wasser allein, sondern erst durch Mitwirkung des Alkali's gänzlich in Salzs. verwandelt zu werden (Ausführlicheres hierüber s. in der Abhandlung von Gay-Lussac, Annales de Chimie, tom. XCI, p. 48).

Vom Stickstoffchlorid, Chlorstickstoff, (Chlorure d'Azote).

Das gasförmige Chlor läßt sich direct nicht mit Stickgas chemisch verbinden, sondern mengt sich blos damit. Mit dem in der Entwickelung begriffenen Stickgas aber tritt es zu einer Verbindung zusammen, welche sehr merkwürdige Eigenschaften zeigt und von Dulong im J. 1811 entdeckt wurde.

Man erhält dieselbe, indem man 1 Theil irgend eines Ammoniaksalzes, z. B. salzs. Ammonik, in 20 Th. W. auflöst, und durch diese Aufl. Chlor in Ueberschuß streichen läßt. Zu diesem Behuf nimmt man einen Trichter, dessen an der Lampe ausgezogenes Ende nur eine sehr kleine Oeffnung hat und in ein kleines Schälchen voll Quecksilber taucht. Man füllt diesen Trichter fast gänzlich mit der Aufl. des Ammoniaksalzes an, senkt dann eine Röhre bis auf geringe Entfernung von der Oberfläche des Quecksilbers hinein und gießt durch diese Röhre eine concentrirte Aufl. von salzs. Natrum ein, bis sie eine Schicht von ungefähr 4 bis 5 Centimeter (18 bis 22 Lin.) Höhe bildet. Diese Schicht, welche den untern Theil des Trichters einnimmt, wo sich das Stickstoffchlorid sammeln soll, ist bestimmt, letztres vor der Berührung mit der Auflösung des Ammoniaksalzes zu schützen, durch die es zum Theil zersetzt werden würde. Nachdem man diese Vorbereitungen getroffen, läßt man in den Trichter die Röhre tauchen, durch welche das Chlorgas zugeleitet wird; so aber, daß sie die Auflösung von salzs. Natrum nicht berührt, und daß die Bewegung, welche durch das Anlangen der Blasen entsteht, beide Auflösungen, die nur durch den Unterschied ihres spec. Gewichts auseinander gehalten werden, nicht zu vermischen vermag. Das Chlor wird erst zum großen Theil von der Aufl. des Ammoniaksalzes verschluckt. Einige Zeit darauf trübt sich diese Aufl.; man sieht allenthalben kleine Gasblasen darin zum Vorschein kommen, und bald nachher zeigen sich kleine Tropfen Stickstoffchlorid, die sich allmälig vereinigen und sich auf den Boden des Trichters auf das Quecksilber niedersenken.

Hat sich so eine hinreichende Quantität Stickstchlorid gebildet, so zieht man das Quecksilberschälchen zurück, und fängt das Chlorid in einem andern leeren oder mit dest. Wasser gefüllten Schälchen auf.

Das so erhaltene Stickstoffchlorid ist tropfbar und gleichsam ölartig; von gelblicher, (der des Zimmtöl ähnlicher) Farbe; sehr stechendem, unerträglichem, dem des Phosgengas ähnlichen, Geruch, nicht ausgemitteltem, aber wahrscheinlich sehr starkem, Geschmack. Sein spec. Gewicht ist noch nicht bestimmt worden, jedoch ist es gewiß größer, als das des Wassers, da es selbst in mit Salz geschwängertem W. zu Boden sinkt.

Es ist sehr flüchtig. An der Luft verfliegt es schnell bei der gewöhnlichen T. mit einem erstickenden, die Luft fast irrespirabel machenden, Geruch. Bei einer Wärme von ungefähr 30° detonirt es plötzlich mit Heftigkeit unter starker Wärme = und Lichtentwickelung, welche wahrscheinlich daher rührt, daß die beiden Bestandtheile durch ihre Berührung in entgegengesetzt el. Zustände gerathen, und daß

dann im Augenblick der Zersetzung beide elektrische Flüssigkeiten sich vereinigen (83). Die Producte dieser Zersetzung können nur Chlor und Stickstgas seyn.

Die Wirkung des Stickstchlorids auf den Phosphor ist sehr heftig; eine Detonation, ähnlich der vorigen, erfolgt bei der geringsten Berührung beider Substanzen; es ist selbst hiezu nur eine sehr kleine Quantität Stickstchlorid erforderlich; und bringt man daher Phosphor auf den Grund des Trichters, in welchem man dieß Chlorid zubereitet, so bewirkt das erste, fast nicht wahrzunehmende, Tröpfchen von Stickstchlorid, welches auf den Phosphor fällt, das Zerspringen des Apparats. Diese Detonation hört nach Berzelius und Marcet auf Statt zu haben, wenn man eine gewisse Quantität Schwefelkohlenstoff zusetzt.

Die Wirkung des Stickstchlorids auf den Schwefel ist minder heftig, als auf den Phosphor. In der That, wenn man ein Stück Schwefel in den Trichter bringt, worin das Stickstchlorid bereitet wird, so vereinigen sich die Tröpfchen des letztern, so wie sie sich bilden, damit zu einer dreifachen Zusammensetzung von brauner Farbe, die sich dann wieder mit einem beständigen, aber ruhigen, Aufbrausen zersetzt. Das Gas, was sich hiebei entbindet, scheint Stickst. zu seyn, und Salzs. und schweflige S. gebildet zu werden; eben so wie wenn das Schwefelchlorid durch W. zersetzt wird.

Das Kupfer und unstreitig auch mehrere andre Metalle zersetzen des Stickstchlorid. Um diese Zersetzung zu bewerkstelligen, bringt man das Stickstchlorid mit gedrehtem Kupfer in eine Flasche voll destillirten Wassers, welche mit einer Röhre versehen ist, deren Ende unter eine Glocke voll Queckſilber taucht; das Kupfer schwärzt sich zuerst und bald nimmt das destillirte W. die Farbe einer Aufl. von Kupferchlorid an; dabei entbindet sich nichts als reines Stickgas, welches man unter der Glocke auffängt. Durch Fällung der Aufl. von Kupferchlorid mittelst salpetersauren Silbers läßt sich die Quantität Chlor, welche in die Verbindung eingeht, leicht bestimmen und eine genaue Analyse derselben anstellen. Als sich Dulong hiemit beschäftigte, wurde er ein zweitesmal durch eine Detonation beschädigt, welche ein warnendes Beispiel giebt, wie vorsichtig man bei allen Versuchen über diese Substanz zu Werke zu gehen hat, und welche ihn verhinderte, das Verhältniß ihrer Bestandtheile direct zu bestimmen.

Wir haben gesagt, daß in dem Maße, als sich das Stickstchlorid in der Auflösung des Ammoniaksalzes bildete, zugleich eine Menge kleiner Blasen in der Aufl. erschienen. Diese Blasen rühren von einem besondern Gas her, welches dunstförmiges Stickstchlorid, gemengt mit Stickstgas, zu seyn scheint. Dies Gas hat einen sehr starken Ge-

ruch und zersetzt sich manchmal von freien Stücken an der Luft mit einer leichten Detonation und einem lebhaften Lichte. Man kann es auffangen, indem man dem Trichter eine Woulfsche Flasche substituirt; welche mit einer, unter eine Glocke voll W. tauchenden, Röhre versehen ist. Frisch aufgefangen detonirt es gewöhnlich, wie so eben erwähnt, im Augenblick, wo man die Glocke umkehrt; allein bald verliert es diese Eigenschaft, wenn es mit dem W. in Berührung bleibt. Auch unter der Quecksilberglocke verliert es sie; das Metall verwandelt sich hiebei in Chlorid und unter der Glocke bleibt nur reines Stickgas. Diese Zersetzung erfolgt ohne alle Veränderung im Volumen des Gases: welches dahin deutet, daß das Stickstchlorid im Dunstzustande genau dasselbe Volumen einnimmt, als der Stickst., der in ihm enthalten ist.

Von den Verbindungen des Jods mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern.

188 bis. Das Jod vermag sich zu verbinden 1) mit dem Wsst.; 2) mit dem Phosphor; 3) mit dem Schwefel; 4) mit dem Chlor; 5) mit dem Stickstoff. Im Zustand von Jodwsstsäure, d. i. in seiner Verbindung mit Wsst., kann es sich auch noch mit dem Ammoniak verbinden.

Die erste dieser Verbindungen wird unter dem Artikel der Wasserstoffsäuren als Jodwasserstoffsäure betrachtet werden (446); die zweite, die dritte und die vierte sind schon früherhin (185, 187 bis und 188) abgehandelt worden.

Die letzte wird erst unter den Salzen als jodwasserstoffs. Ammoniak beschrieben werden (1202). Blos das Stickstoffjodid bleibt uns somit hier zu betrachten übrig.

Vom Stickstoffjodid, Jodstickstoff (Jodure d'Azote).

Die Verwandtschaft des Jods zum Stickst. ist so schwach, daß beide sich nur dann, wenn das Stickstoffgas im Entwickeln begriffen ist, mit einander zu verbinden vermögen. Um also dieß Jodid zu erhalten, muß man das Jod bei der gewöhnlichen T. in Berührung mit einem Ueberschuß von Ammoniakflüssigkeit bringen. Dann wird ein Theil des Ammoniaks (Verbindung von Wsst. und Stickst.) sogleich zersetzt, und es entsteht einerseits Jodid, welches als schwärzliches Pulver niederfällt, andrerseits jodwsstfs. Ammoniak, welches

aufgelöst bleibt. Nach Verlauf einer Viertelstunde kann das Jodid auf ein Filtrum geworfen und gewaschen werden.

Das Stickstoffjodid verpufft mit der größten Heftigkeit. Wenn es trocken ist, erfolgt die Detonation oft von freien Stücken, ist es feucht, gewöhnlich nur durch einen leichten Stoß. In der Dunkelheit bemerkt man dabei jedesmal eine sehr merkliche Lichtentbindung. Immer gründet sich die Detonation darauf, daß Stickst. und Jod sich trennen und in Gas verwandeln.

Da das Stickstoffjodid im trocknen Zustande sich schon von freien Stücken zu zersetzen vermag, so werden, auch wenn es sehr feucht ist, viele Körper seine Zersetzung zu bewirken vermögen. In der That ist dem so. Namentlich zeigen die Alkalien, wegen ihrer Wirkung auf das Jod, diese Eigenschaft in sehr auffallendem Grade. So wie man z. B. Kali auf das Jodidpulver gießt, sieht man auch den Stickstoff sich in Gestalt von Blasen entwickeln. Das Kali wirkt hier, wie auf das reine Jod (484).

Nach Colin besteht das Stickstjodid dem Gewichte nach aus 5,8544 Stckst. und 156,21 Jod; oder, was auf das Nämliche hinauskommt, aus 1 Vol. Stckst. und 3 Vol. Jod. (Ann. de Ch., t. XCI, p. 262).

Achter Artikel.

Von den Verbindungen des Stickstoffs mit den einfachen nicht metallischen verbrennlichen Körpern.

189. Die bekannten Zusammensetzungen, welche der Stickstoff mit andern nicht metallischen verbrennlichen Körpern bildet, sind folgende: 1) mit dem Wssst.; 2) mit dem Khlst.; 3) mit dem Chlor; 4) mit dem Jod; 5) mit dem Khlst. und Wssst; 6) mit dem Wssst. und Chlor*).

Die erste dieser Verbindungen wird unter dem Namen Ammoniak betrachtet werden (569); die zweite, die dritte und vierte sind schon unter (182, 188 und 188 bis) beschrieben worden; von der fünften und sechsten wird erst in der thierischen Chemie unter den Namen Blausäure und Chlorblausäure die Rede seyn.

---

*) Ueber seine Verbindung mit dem Schwefel s. (187 bis.)

Zweites Capitel.

Von der Verbindung der nicht metallischen verbrennlichen Körper mit den Metallen.

Unter den neun verbrennlichen nicht metallischen Körpern sind der Schwefel, der Phosphor, das Selen, das Chlor und das Jod die einzigen, welche sich mit fast allen Metallen verbinden zu können scheinen. Der Wasserstoff verbindet sich nur mit dem Kalium, dem Arsenik, dem Tellur (und dem Silicium (135 †)); der Khlst. mit dem Eisen und höchstens einigen wenigen andern; der Stickstoff mit dem Kalium und Natronium, das Bor mit dem Eisen und Platin.

Von der Verbindung des Wasserstoffs mit Kalium.

Das Kalium bildet mit dem Wasserstoff zwei deutlich unterschiedene Zusammensetzungen, wenn man die, von Sementini zuerst beschriebene, für zulässig erkennt. Die eine ist fest und wird gewöhnlich als Wasserstoffkalium oder Kaliumhydroid beschrieben; die andre ist gasförmig und wird Kaliumwasserstoffgas genannt. Die erste enthält weit weniger Wsst. als die zweite.

Vom Wasserstoffkalium oder Kaliumhydroid (Hydrure de Potassium).

190. Eigenschaften. — Das Wsstkalium ist fest, grau, ohne Metallglanz, von unbekanntem spec. Gewicht.

In der Hitze, die sich durch eine Weingeistlampe hervorbringen läßt, wird es schnell zersetzt; aller Wsst. entweicht in Gasgestalt und das Kalium bleibt frei zurück. Mit heißem Quecksilber in Berührung erfährt es eine noch raschere Zersetzung, als durch die Hitze allein; es entweicht ebenfalls aller Wsst. und es bildet sich ein Kaliumamalgam. Selbst die Berührung mit kaltem Quecksilber bewirkt diese Zersetzung binnen einigen Tagen.

Bei einer T. von 8° entzündet es sich weder an der atm. L. noch im Srstgas; leicht erhitzt aber brennt es lebhaft darin. Mit Wasser in Berührung gebracht, entwickelt es etwas über $\frac{1}{4}$ mehr Wsstgas, als das Kalium, was in ihm enthalten ist, rein gethan haben würde, und ist es während der Berührung mit dem W. zugleich dem Luftzutritt ausgesetzt, so verbrennt es schnell nach Art des reinen Kaliums.

Vorkommen, Zubereitung, u. s. w. Das Wsstkalium kommt nicht in der Natur vor. Um es zu erhalten, füllt man eine kleine krumme Glasglocke mit Queckſilber; läßt dann Wsstgas hineinsteigen und bringt mittelst eines Eisenstäbchens ein kleines Stück Kalium bis in den krummen Theil der Glocke; alsdann erhitzt man sie allmälig mit der Weingeistlampe und rührt das Metall mit dem krummen Stäbchen um. Man darf die T. nicht zu sehr erhöhen, welches dem Zustandekommen der Verbindung hinderlich seyn würde; andrerseits muß sie jedoch hoch genug seyn, daß sie erfolgen könne. Einige Versuche werden den erforderlichen Hitzegrad leicht finden lassen. Der Versuch muß fortgesetzt werden, bis das Kalium aufhört, noch Gas zu verschlucken.

Das Wasserstoffkalium ist ohne Anwendung: es wurde von Gay-Lussac und Thenard entdeckt. (Recherches physico-chimiques, tom. I, p. 176).

Vom Kaliumwasserstoffgas (Gaz hydrogène potassiè).

191. Nach Sementini, Professor der Chemie zu Neapel, bildet sich das Kaliumwasserstoffgas jederzeit, wenn man das Hydrat von Kaliumprotoxyd (Kali) mit Eisen bei einer sehr hohen T. behandelt (1208). Man kann dieß Gas über Queckſilber auffangen. Es ist also hiebei anzunehmen, daß sich der Srst. des Wassers und des Kaliumprotoxyds mit dem Eisen verbindet, der Wsst. dagegen zum Theil mit dem Kalium. Das Kaliumwsstgas ist farblos; frisch bereitet entzündet es sich in der gewöhnlichen T. beim Zutritt von Srstgas oder atm. L.; nach einigen Stunden aber hat es diese Eigenschaft schon verloren, weil es eine gewisse Quantität Kalium absetzt, eben so wie das Wsstperphosphorid eine gewisse Quantität Phosphor fahren läßt. Jedenfalls fängt es in der Hitze Feuer und giebt W. und Kaliumprotoxyd.

Von den Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Arsenik.

191 bis. Gleich wie man zwei Zusammensetzungen aus Wasserst. und Kalium hat, so giebt es auch zwei solcher aus Wsst. und Arsenik. Eine dieser Zusammensetzungen ist fest, die andre gasförmig. Die erste nennen wir Wasserstoffarsenik oder Arsenikhydroid, die zweite Arsenikwasserstoffgas.

Vom Wasserstoffarsenik oder Arsenikhydroid (Hydrure d'Arsenic).

192. Eigenschaften. — Das Wasserstoffarsenik ist fest, röthlichbraun, glanzlos, geruch- und geschmacklos; von unbekanntem spec. Gewicht.

Bei einer, der kirschrothen Glühhitze nahen, T. wird es noch nicht zersetzt, wie sich darthun läßt, wenn man es mittelst der Weingeistlampe in einer kleinen krummen Glasglocke voll Quecksilber und Stickstoffgas erhitzt. Nach vollbrachtem Versuch zeigt sich das Hydroid weder in der Farbe verändert noch Gas entwickelt. Sehr wahrscheinlich indeß würde eine stärkere Hitze die vollständige Zersetzung desselben bewirken. Es hat bei der gewöhnlichen T. keine Wirkung auf das Srstgas. In erhöhter T. verschluckt es dasselbe und giebt Wasser und weißes Arsenik (Arsenikdeutoxyd oder arsenige S.) unter Wärme- und Lichtentbindung. Man fülle eine kleine krumme Glocke mit Quecksilber an, lasse Srstgas hineinsteigen und bringe alsdann mittelst einer Zange, deren Schenkel sich löffelförmig endigen (Taf. XIV. Fig. 6), in den krummen Theil dieser Glocke eine gewisse Quantität Hydroid. Endlich erhitze man das Hydroid mit der Weingeistlampe und bald wird es sich entzünden.

Die atm. L. wirkt auf das Wasserstoffarsenik nur durch den Srst., den sie enthält; mithin auf die eben erwähnte Weise, nur minder stark; was sich wie vorhin nachweisen läßt. Das Verhalten des Wasserstoffarseniks zu den verbrennlichen Körpern ist noch nicht untersucht worden.

Vorkommen, Zubereitung u. s. w. Das Wsstarsenik kommt nicht in der Natur vor.

Man kann es erhalten, indem man den positiven und negativen Draht einer in Wirkung befindlichen Voltaischen Säule in W. tauchen läßt, und ein Stück Arsenik an das Ende des negativen Drahts befestigt. Die beiden Bestandtheile des Wassers werden hierbei getrennt; der Srst. begiebt sich nach dem Ende des positiven Drahts, der Wsst. nach dem des negativen und verbindet sich hier mit dem Arsenik. In Folge dessen sieht man allmälig sich Flocken bilden, die nichts andres sind als Arsenikhydroid.

Man kann dasselbe auch bereiten, indem man entweder eine Legirung von Arsenik und Kalium mit W. behandelt (284); oder indem man das Arsenikwsstgas in Flaschen aufbewahrt, deren Hals in W. taucht, oder endlich, indem man Chlor allmälig in Arsenikwsstgas hineinsteigen läßt (193).

Dieß Hydroid, welches von keiner Anwendung ist, und von des-

sen Bestandtheilen man die Verhältnisse noch nicht ausgemittelt hat, wurde von Davy, Gay-Lussac und Thénard entdeckt. (Recherches physico-chimiques, tome I. pag. 232).

Vom Arsenikwasserstoffgas (Hydrogène arseniqué).

193. Eigenschaften. — Das Arsenikwasserstoffgas, von Scheele, Proust, Trommsdorf, hauptsächlich von Stromeyer u. s. w. untersucht (Journal de Physique, tome LXIX. pag. 147), ist ein farbloses Gas von ekelerregendem Geruch, spec. Gewicht 0,529 nach Trommsdorf, 0,5552 nach Davy. Seine Wirkung auf den Organismus gehört zu den verderblichsten, wovon Gehlens Tod einen traurigen Beweis gegeben hat. Als derselbe sich mit Ruhland im Juli 1815 mit Untersuchungen über die wechselseitige Wirkung des Arseniks und Kali's beschäftigte, und eine kleine Menge von dabei entwickeltem Arsenikwasserstoffgas eingeathmet hatte, wurde er nach Verlauf einer Stunde von anhaltendem, mit Schauder und großer Schwäche begleitetem, Erbrechen befallen. Diese beunruhigenden Symptome, anstatt sich zu mindern, nahmen an Heftigkeit immer mehr zu, und vermochten durch kein Mittel gestillt zu werden, so daß der unglückliche Gehlen am neunten Tage unter unsäglichen Leiden verschied (Ann. de Chim. tome XCV. pag. 110).

Das Arsenikwasserstoffgas wird bei der gewöhnlichen T. nicht zersetzt. Wahrscheinlich, wenn man es einer hohen T. aussetzte, indem man es mittelst zweier Blasen durch eine glühende Röhre (Taf. XV. Fig. 3.) triebe, würde seine Zersetzung erfolgen und es sich in Wasserstoffarsenik und Wasserstoffgas, welches vielleicht noch Arsenik zurückhielte, verwandeln. Wenigstens läßt es sich, wie es scheint, durch eine Folge elektrischer Funken in diese beiden Producte verwandeln.

Einer Kälte von ungefähr — 30° beim gewöhnlichen Luftdruck ausgesetzt, wird dieß Gas, Stromeyers Versuchen zufolge, tropfbar. Bei stärkerm Druck würde dieß unstreitig noch eher geschehen.

Das Arsenikwasserstoffgas wirkt auf recht trocknes Sauerstoffgas nur unter Mitwirkung der Hitze; es wird dann durch dasselbe zersetzt und es bildet sich Wasser und Wasserstoffarsenik oder auch Wasser und weißes Arsenik, je nachdem die Quantität von Srst. größer oder geringer ist. Jedenfalls findet Wärme- und Lichtentwickelung Statt. Man kann den Versuch im Eudiometer über W. oder über Quecksilber anstellen. Soll die Verbrennung vollständig erfolgen, so muß ungefähr zweimal so viel Sauerstoffgas als Arsenikwasserstoffgas dem Vol. nach angewandt werden.

In ein Gefäß, welches einen halben Litre faßt, gebracht und mit einer Kerze entzündet, detonirt dieß Gemenge mit großer Gewalt. Wäre die Quantität Srst. bei diesem Versuch zu groß, so würde die Verbrennung nicht erfolgen, namentlich wenn man sich des Voltaischen Eudiometers bediente.

Die Wirkung der atm. Luft auf das Arsenikwasserstoffgas stimmt mit der des Sauerstoffgases überein; abgerechnet daß das Arsenik darin nur sehr schwer verbrennt, und daß dasselbe, mit Wasserstoff verbunden bleibend, gewöhnlich nur in den Zustand von Wasserstoffarsenik übergeht. Dieß läßt sich zeigen, indem man eine Glocke voll W. oder Queckſilber mit Arsenikwasserstoffgas anfüllt, sie umkehrt und ein brennendes Licht hineinsteckt; das Gas wird Schicht für Schicht verbrennen und an den Wänden der Glocke einen braunen Ueberzug absetzen, der wahrscheinlich nichts anders als Wasserstoffarsenik ist.

Frisch destillirtes W. wirkt in keiner Art auf das Arsenikwasserstoffgas; wohl aber Wasser, welches Srst. in Auflösung hält: es bemächtigt sich allmälig eines Theils vom Wasserstoff des Gases und bringt es zum Zustand von Wasserstoffarsenik zurück. Daher rührt es, daß die Flaschen voll Arsenikwasserstoffgas sich im Verlauf einiger Tage mit einem glänzenden kastanienbraunen Ueberzuge bekleiden, wenn man sie umkehrt und ihren Hals offen oder schlecht verschlossen in W. eingetaucht erhält. Aus dem nämlichen Grunde erleidet das trockne Arsenikwasserstoffgas, welches von ebenfalls trocknem Sauerstoffgas oder atm. Luft nicht angegriffen wird, mit der Zeit eine Veränderung, wenn diese Gasarten feucht sind. Indem nämlich der Wasserdunst bei Temperaturveränderungen tropfbar wird, löst er Sauerstoffgas auf, welches in Kurzem einen kleinen Theil des Arsenikwasserstoffgases zersetzt.

Bringt man Schwefel mit Arsenikwasserstoffgas in eine kleine krumme Glocke über Queckſilber, und erhitzt sie mit der Weingeistlampe, so wird das Arsenikwasserstoffgas in Kurzem zersetzt und man erhält festes Schwefelarsenik und Schwefelwasserstoffgas.

Das Kalium, das Natronium, das Zinn, wie der Schwefel mit dem Arsenikwasserstoffgas in einer kleinen krummen Glocke in Berührung gebracht (und erhitzt), zersetzen dasselbe ebenfalls, absorbiren das Arsenik daraus und machen den Wasserstoff frei. Die beiden ersten jedoch würden, wenn sie in Ueberschuß vorhanden wären, und man die T. nicht hinreichend erhöht hätte, einen Theil des letztern zurückbehalten.

Unter allen Körpern aber hat das Chlor die stärkste Wirkung auf dieß Gas. Jede Blase Chlor, die man in eine, zum Theil mit Arsenikwasserstoffgas gefüllte, Glocke steigen läßt, bewirkt eine plötzliche

Entzündung, und es entsteht Salzs. und ein Niederschlag von Wasserstoffarsenik, der in Gestalt brauner dicker Dämpfe erscheint.

† Das Arsenikwasserstoffgas wird weder von einem Aufguß von Galläpfeln, noch von Schwefelwasserstoffgas, noch von den Schwefelalkalien verändert; wohl aber nach Stromeyer von Salpetersäure, Königswasser, und siedendheißer Schwefelsäure zersetzt und giebt nach der Zersetzung, je nachdem die Menge des Sauerstoffs mehr oder weniger hinreichend war, W. und Arsenik, arsenige Säure (weißes Arsenik) oder Arsenikſäure. Von Salzs., Phosphors., Essigs. u. m. a. wird es nicht verändert. Alle Metallsalze und Oxyde, die den Srst. nicht sehr fest halten, werden davon reducirt, und das Arsenik wird theils metallisch ausgeschieden, theils als arsenige Säure niedergeschlagen. In diesen Fällen bleibt (nach Stromeyer) ein, mit dem des Arsenikwasserstoffgases gleiches Vol. reines Wasserstoffgas zurück. Dieß widerspricht indeß den Resultaten, die Gay-Lussac und Thénard erhalten haben (s. Zusammensetzung) und verdient also eine nähere Prüfung. Unter den Metallsalzen, die dieß Gas zersetzen, zeichnet sich salzsaures Queckſilberoxyd aus; man kann dadurch in andern Gasarten einen Gehalt von Arsenikwasserstoffgas entdecken, auch wenn dieses nur $\frac{1}{10000}$ davon ausmacht. Wenn das Gas mit diesem Salze in Berührung kommt, scheidet sich sogleich ein Häutchen von arseniger Säure mit salzsaurem Queckſilberoxydul vermischt, ab. Dieses Häutchen bedeckt sich darauf mit einer metallischen Lage, welche aus Queckſilber und Arsenik besteht und welche sich allmälig oxydirt und immer dunkler wird. Nachdem die gegenseitige Einwirkung des Gases und der Fl. aufgehört hat, bleibt reines Wasserstoffgas zurück, und das Arsenik befindet sich in der Auflösung als arsenige Säure, wenn die Menge des Queckſilbers hinreichend gewesen ist; hat aber dieses nicht Statt gefunden, so wird das Gas nur unvollkommen zersetzt; werden sie dann zusammengeschüttelt, so erhält man ein Amalgam von Queckſilber und Arsenik. Es treten gleiche Zersetzungserscheinungen ein, wenn das Gas in Blasen durch eine Auflösung des Queckſilbersublimats geleitet wird. Die Zersetzung geschieht augenblicklich, wenn die Auflösung concentrirt ist. Kupferoxydsalze werden von dieser Gasart zu Oxydulsalzen reducirt und das Arsenik wird theils metallisch, theils in Verbindung mit Kupferoxyd als arsenige Säure abgesetzt. — Das Arsenikwasserstoffgas wird nicht von Alkohol oder Aether verändert. Fette Oele condensiren eine geringe Menge davon, wobei sie eine dunklere Farbe und größere Consistenz annehmen. Unter den flüchtigen Oelen wirkt das Terpentinöl besonders stark darauf. Das Arsenik wird oxydirt und condensirt. Das Oel wird dick, milchig, röthet das Lackmuspapier und setzt eine Menge kleiner weißer

Krystalle ab, die, wenn sie auf glühenden Kohlen verbrannt werden, sowohl nach Arsenik, als nach Terpentin riechen. (Berzelius).

Vorkommen, Zubereitung. — Das Arsenikwasserstoffgas wird jederzeit durch die Kunst bereitet. Man erhält es, indem man in einem offenen Tiegel ein Gemeng von 3 Theilen gekörntem Zinn mit 1 Theil feingepulvertem Arsenik zusammenschmilzt und die erhaltene Legirung mit tropfbarer conc. Salzsäure behandelt.

Dieser Versuch wird in einer Phiole angestellt. Man bringt eine gewisse Quantität von der pulverisirten Zinn- und Arseniklegirung hinein; gießt dann das 4 bis 5 fache Gewicht Salzsäure hinzu, fügt darauf an den Hals der Phiole eine gekrümmte Röhre; stellt die Phiole auf einen kleinen Ofen und erhitzt sie allmälig (Taf. XIII. Fig. 2.). Bald entbindet sich das Arsenikwasserstoffgas und wird über W. oder über Quecksilber aufgefangen; zugleich bildet sich salzs. Zinnprotoxyd, welches in der Fl. bleibt; woraus erhellt, daß bei dieser Operation das Wasser, welches die Salzs. aufgelöst hält, zersetzt wird; daß einerseits ihr Wasserstoff sich mit dem Arsenik verbindet, andrerseits ihr Erst. mit dem Zinn und der Salzsäure.

† Nach Serullas erhält man diese Gasart am leichtesten, wenn man 2 Theile Schwefelantimon mit 2 Theilen saurem weinsteinsauren Kali und 1 Theil arseniger Säure mischt, und in einem bedeckten Tiegel 2 Stunden rothglühen läßt. Man erhält dann einen Metallkönig, der die Eigenschaft hat, wenn er mit W. übergossen wird, Arsenikwasserstoffgas zu entbinden; man muß ihn daher nicht mit nassen Händen berühren und ihn in trocknen Gläsern aufbewahren. Um das Arsenikwasserstoffgas mittelst dieser Metallmischung vollkommen rein zu erhalten, braucht man nur etwas davon unter eine, mit W. angefüllte, umgestürzte, gläserne Glocke zu bringen, wo sich dann das Gas nach und nach bildet und in der Glocke ansammelt. (Berzelius).

Direct läßt sich der Wasserstoff nicht mit dem Arsenik verbinden.

Zusammensetzung. — 100 Theile Wasserstoff dem Vol. nach enthalten wenigstens 140 Theile Wasserstoffgas, wie sich durch Erhitzung des Arsenikwasserstoffgases mit Zinn darthun läßt. Zu diesem Zweck füllt man eine kleine krumme Glocke mit Quecksilber; läßt 100 Theile Arsenikwasserstoffgas hineinsteigen; bringt dann Zinn in Ueberschuß bis in den krummen Theil dieser Glocke, und erhitzt dieselbe mit der Weingeistlampe eine halbe Stunde lang fast bis zum Rothglühen. Darauf mißt man das rückständige Gas. Legt man dieß Ergebniß zu Grunde, und nimmt die oben angegebene Dichtigkeit des Arsenikwasserstoffgases für richtig an, so würde folgen, daß dieß Gas aus 100 Arsenik und 28,68 Wasserstoff dem Gewicht nach bestände. Diese Quan-

tität Wasserstoff ist aber auf jeden Fall viel zu stark, was ohne Zweifel daher rührt, daß die Dichtigkeit des Arsenikwasserstoffgases größer ist, als sie oben angegeben wurde.

Auch giebt Stromeyer, der dieß Gas durch Salpetersäure analysirte und hiedurch die darin enthaltene Quantität Arsenik direckt bestimmte, seine Zusammensetzung zu 10,89 Arsenik und 1,24 Wasserstoff an.

Das Arsenikwasserstoffgas ist ohne Nutzen.

Vom Tellurwasserstoffgas und vom Wasserstofftellur oder Tellurhydroid (Gaz hydrogène telluré et Hydrure de Tellure).

194. Das Tellurwasserstoffgas hat einen, an den des Schwefelwasserstoffgases erinnernden, widrigen Geruch; ist farblos, von unbekanntem spec. Gewicht.

Mit dem Sauerstoffgas oder der atm. Luft und einem brennenden Körper in Berührung gebracht, entzündet es sich. Es ist auflöslich in Wasser. Wird es in seiner wäßrigen Auflösung an die Luft gestellt, so giebt es einen Theil seines Wasserstoffgases an den Srst. der Luft ab und geht in den Zustand von Hydroid über, welches der Fl. eine Purpurfarbe mittheilt und sich endlich in Gestalt eines braunen Pulvers absetzt. Wahrscheinlich würde es durch eine hohe T. ohne Mitwirkung irgend eines Körpers zersetzt werden, und um so mehr würden die meisten Metalle seine Zersetzung in der Rothglühhitze bewirken.

Das Chlor und der Schwefel müssen darauf, wie auf das Arsenikwasserstoffgas, wirken.

Es hat die Eigenschaft, sich mit salzfähigen Basen zu verbinden und sie bis zu gewissem Grade zu neutralisiren; so daß man es als eine schwache Metallsäure ansehn, und Tellurwasserstoffsäure nennen könnte.

Vorkommen, Zubereitung u. s. w. — Das Tellurwasserstoffgas kommt nicht in der Natur vor; man erhält es, indem man eine Legirung von Kalium und Tellur (oder von Tellur, Zinn und Zink, Berzelius) mit Salzs. behandelt. Es bildet sich erst durch Zersetzung des Wassers eine Verbindung von Tellurwasserstoffgas und Kaliumprotoxyd (Kali), welche in der Fl. aufgelöst bleibt; dann bemächtigt sich die Salzs. des Protoxyds und macht das Tellurwasserstoffgas frei, welches sich mit Aufbrausen entbindet. Dieser Versuch läßt sich in einer Glocke voll Queckſilber anstellen. Die Flüssigkeit ist

vor dem Zusetzen der Säure gewöhnlich von einer sehr dunkeln Purpurfarbe.

(Nach Berzelius enthält der Tellurwasserstoff 2,99 Procent Wasserstoff).

Wasserstofftellur oder Tellurhydroid. — Was das Wasserstofftellur anlangt, so wird es so bereitet, daß man an das Ende des negativen Drahts der Säule ein Stück Tellur befestigt und es in W. taucht, in welches zugleich das Ende des positiven Drahts reicht. In dem Maße, als sich das W. zersetzt, geht der Wasserstoff zum Ende des negativen Drahtes über, und verbindet sich dort ganz mit dem Tellur zu einem braunen Pulver, welches nichts anders, als das Hydroid selbst ist. Man hat das Verhältniß der Bestandtheile des Wasserstofftellurs noch nicht ausgemittelt. Es ist, eben so wie das Tellurwasserstoffgas, ohne Nutzen.

Das Wasserstofftellur ist von Ritter und das Tellurwasserstoffgas von Davy entdeckt worden (Elémens de Chimie philosophique, tome II. art. Tellure).

Vom Eisenborid und Platinborid (Borúres de Fer et de Platine).

194 bis. Die Eigenschaften der Boride sind noch fast ganz unbekannt. Blos soviel ist durch Descostils (Recherches physico-chimiques, tome I. pag. 306) ausgemittelt, daß sie fest, spröde, geschmack- und geruchlos sind, und daß man solche erhält, wenn man in einem Kohlentiegel ein Gemeng von Kohle, Borsäure und Eisenfeile oder Platin, mit fettem Oel angemacht, stark calcinirt; daß hiebei der Srst. der Bors. sich mit der Kohle verbindet und Kohlenstofforyd giebt, welches entweicht, während das Bor an das Eisen oder das Platin tritt und ein Borid damit bildet, welches zu einem, dem Anschein nach metallischen, Korn fließt.

Von der Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen.

195. Der Kohlenstoff verbindet sich in sehr verschiedenen Verhältnissen mit dem Eisen. Hieraus gehen hervor der Stahl, das Reißbley oder der Graphit, auch wohl das Roh- oder Gußeisen, und vielleicht noch mehrere andere bisher wenig untersuchte Zusammensetzungen *). Der im Handel vorkommende Stahl enthält von $\frac{1}{100}$

*) Berzelius findet es wahrscheinlich, daß man Verbindungen von

bis $\frac{10}{1000}$ seines Gewichts Kohlenstoff; der beßte 5 bis 7 Tausendtheile. Das Reißbley besteht aus 8 Theilen Eisen und 92 Theilen Kohlenstoff (Nach Gahns Versuchen berechnet aus 7 Theilen Eisen auf 93 Kohlenstoff. Nach de Sauſſure der reinste Graphit aus Cumberland aus 96 Theilen Kohlenstoff uud 4 Theilen Eisen). Die andern Zusammensetzungen enthalten mehr Kohlenstoff als der Stahl und weniger als der Graphit. Wir werden hier nur den Stahl und den Graphit abhandelu und vom Roheisen erst unter Gewinnung des Eisens sprechen *) (1227).

Eisen mit Kohlenstoff, welche zwischen Graphit und Roheisen stehen, erhält, wenn Eisensalze mit vegetabilischen Säuren der trocknen Destillation ausgesetzt werden, wobei zuletzt nur Eisen und Kohlenstoff mit einander verbunden zurückbleiben. Doch hat man sie gewöhnlich blos als mechanische Gemenge von Kohlenstoff mit Eisenoxydul angesehen und deßhalb weniger untersucht. Mehr untersucht sind diejenigen Arten Kohlenstoffeisens, welche dann gebildet werden, wenn wasserfreie eisenblausaure Salze (d. i. Doppelkyanide von Eisen und einem andern Metall) bei einer hinreichend hohen T. durch trockene Destillation zersetzt werden; es entwickelt sich Stickgas und der Kohlenstoff bleibt in Verbindung mit den Metallen zurück. Die Doppelkyanide der feuerfesten Alkalien werden bei der zum Glasschmelzen nöthigen Hitze unbedeutend verändert; aber die alkalischen Erden werden auf eine solche Art zersetzt, daß das Eisenkyanid seinen Stickstoff verliert und Kohleneisen sich bildet. Wenn Wasser zugesetzt wird, löst sich das Kyanid vom Radikal der Erde auf, und das Kohleneisen bleibt als ein schwarzes Pulver unaufgelöst zurück. Man bekommt diese Verbindung am reinsten und am besten aus Kyan-Eisen-Ammonium, welches in einer Retorte destillirt wird. Es entweicht zuerst mit dem Wasser zugleich blausaures Ammoniak oder Kyan-Ammonium und darauf Stickstoffgas. Wird gegen Ende der Operation das rückständige Kohleneisen bis zum Glühen erhitzt, so geräth es auf einen Augenblick in Feuer und scheint wie in Sauerstoffgas zu brennen; aber dieß verschwindet wieder sehr schnell. War ein Theil des Kyan-Eisens dabei unzerlegt, so zersetzt sich dieses jetzt bei der schnell vermehrten Hitze, und Stickstoffgas wird mit Heftigkeit ausgestoßen. Diese Feuererscheinung ist von ganz ähnlicher Art, wie diejenige, welche das Eisenoxyd zeigt, wenn sein Hydrat erhitzt wird. Das erhaltene Kohleneisen ist ein loses, schwarzes Pulver, welches sich bei einer sehr geringen Hitze entzündet und wie Schwamm verbrennt, wobei ein gleiches Gewicht Eisenoxyd zurückbleibt. Es ist so zusammengesetzt, daß, wenn das Eisen in Oxydul und die Kohle in Kohlensäure verwandelt wird, letztere vier Mal so viel Sauerstoff als das erstere (Quadricarburetum) aufnimmt. Wird reines Berlinerblau auf dieselbe Art in Destillirgefäßen erhitzt, so bekommt man Wasser, ein wenig blausaures und sehr viel kohlensaures Ammoniak, und es bleibt Kohleneisen in der Retorte zurück, welches eine kleine Feuererscheinung wie das eben erwähnte hervorbringt. In diesem Kohleneisen nimmt die Kohle drei Mal so viel Sauerstoff als das Eisen auf (Tricarburetum), und 100 Theile davon geben nach dem Verbrennen, welches eben so leicht wie mit dem vorhergehenden geschieht, 108,28 Theile rothes Eisenoxyd. Man kennt noch keine Methode, ein Kohleneisen zu bereiten, worin Kohlenstoff und Eisen zu einander in demselben Verhältniß stehen, wie im kohlensauren Eisenoxydul. (Berzelius).

*) Thénard giebt hier in einer Anm. die Analyse vom Roheisen, die ich indeß lieber bis zur Beschreibung des Roheisens selbst, mit mehrern Zusätzen darüber, verspare.

Vom Stahl oder Eisenprocarbonid (Acier ou Proto-carbure de Fer).

196. Eigenschaften. — Der Stahl ist fest, sehr glänzend, einer schönen Politur fähig, sehr streck- und hämmerbar, geschmack- und geruchlos, von dichtem feinkörnigem Gefüge; sein spec. Gewicht ist etwas geringer, als das des Eisens.

Setzt man Stahl der Rothglühhitze aus und läßt ihn allmälig erkalten, so behält er seine frühern Eigenschaften unverändert. Läßt man ihn dagegen plötzlich erkalten, so nimmt er neue Eigenschaften an: er wird sehr elastisch, härter, minder dicht, minder streck- und hämmerbar als vorher; oft wird er selbst spröde, und immer zeigt sich sein Gefüge feiner und gedrängter als vorher. Man sagt alsdann, der Stahl sey gehärtet (trempé)) und diese Härtung geschieht gewöhnlich durch Eintauchen in eine Flüssigkeit. Je stärker und schneller der Temperaturwechsel ist, um so bedeutender ist auch der Erfolg des Härtens.

Man kann dem Stahl die, durch das Härten ertheilten, Eigenschaften auch eben so leicht wieder benehmen. Zu diesem Zweck braucht man ihn nur bis zum Rothglühen zu erhitzen und langsam erkalten zu lassen, hiedurch erhält er seine vorigen Eigenschaften wieder, läßt sich abermals härten u. s. w. Der Stahl ist das einzige Metall, welches des Härtens durch ein plötzliches Erkalten fähig ist: weder Kupfer, noch Silber, noch Gold, noch sonst ein andres Metall scheint in irgend einem Zustande diese Eigenschaft zu besitzen. Selbst das Eisen ermangelt derselben und erhält sie erst durch Verbindung mit einer kleinen Quantität Kohlenstoff.

Was geht beim Härten des Stahls vor? Um sich dieß zu erklären, muß man in Betracht ziehen, daß in einem langsam erkaltenden Körper die Molecule sich allenthalben in eine ziemlich gleiche Entfernung von einander anordnen; dagegen in einem schnell erkaltenden Körper das Gegentheil hievon Statt finden kann. Nehmen wir als Beispiel die Springgläser (larmes bataviques), welche man erhält, wenn man Tropfen geschmolzenen Glases in kaltes W. fallen läßt. Da die äußere Schicht im Augenblick der Berührung mit dem kalten Wasser schnell erstarrt, während die innern Theile noch glühen, so sind diese genöthigt, nach dem Erkalten noch einen eben so großen Raum einzunehmen, als sie im Glühen einnahmen; indem sie in der Entfernung, in welcher sie sich hier von einander befanden, von der äußern Schicht, an der sie haften, festgehalten werden. Diese Schicht versetzt sie in einen gezwungenen Zustand von Spannung, gewissermaßen in den Zustand der Fibern einer gespannten Saite. Wenn

man daher den Stiel des Springglases abbricht, so wird dadurch die Spannung der Theile, aus denen es inwendig besteht, aufgehoben, diese stürzen sich gegen einander, stoßen zusammen und verwandeln sich mit Geräusch in Pulver. Nun läßt sich der Zustand des gehärteten Stahls mit dem des Springglases vergleichen, und es kann blos in dem Grade der Spannung ein Unterschied Statt finden. Denn auch bei dem Härten wird die äußere Schicht zuerst plötzlich erkältet, und setzt sich dann dem Zusammenziehen entgegen, welches die inneren Theile durch ein langsames Erkalten erfahren würden. Der Stahl verdankt somit die Eigenschaften, Härte, Sprödigkeit, Elasticität, die er besitzt, dem Zustande der Spannung, in dem sich seine Theilchen befinden [1]) *).

Es läßt sich jedoch die Frage aufwerfen, warum die andern Metalle im Allgemeinen sich nicht auch härten lassen; und da müssen wir denn freilich gestehen, daß die Antwort darauf für jetzt noch schwer, wo nicht unmöglich fällt, um so mehr, da d'Arcet's Versuche seit Kurzem gelehrt haben, daß, wenn man eine glühende Legirung von 80 Kupfer und 20 Zinn in kaltes Wasser taucht, sie große Geschmeidigkeit dadurch erhält, dagegen sie durch langsames Erkalten spröde wird.

Folgende Tabelle giebt die verschiedenen Wärmegrade an, zu welchen man den Stahl erhitzen kann, um ihn zu härten, den Namen der verschiednen Körper, in die er sich eintauchen läßt, und die Grade der Härtung, die man dadurch erhält.

Braunroth (rouge - brun)	Wasser	Sehr starke Härtung, wenn das W. kalt und der Stahl weißglühend ist.
Kirschroth (rouge - cerise)	Quecksilber . . .	Stärkere Härtung als durch Wasser.
Hellroth (rouge - vif)	Bley	
	Zinn	
	Wismuth	
Rosenroth (rouge rose)	Fast alle Säuren .	
Weißglut (rouge - blanc)	Leinöl	Geringere Härtung als durch Wasser.
	Olivenöl	
	Seife, Wachs . .	
	Harz	

1) Der Zustand der Spannung in den Springgläsern ist immer größer, als in dem Stahl; welcher Unterschied hauptsächlich davon abzuhängen scheint, daß das Glas ein schlechterer Leiter für den Wärmestoff ist, und seine innern Theile daher weit später nach den äußern erkalten, als dieß beim Stahl der Fall seyn kann. Dessenungeachtet läßt sich auch der Stahl so stark härten, daß er mit Geräusch zerspringt, wie man manchmal bei Münzstempeln beobachtet hat; wo dieß wahrscheinlich noch öfter vorfallen würde, wenn man diese Stempel stark erhitzte und sie in ein Quecksilberbad von — 10° bis — 12° tauchte.

*) Für die Richtigkeit der hier aufgestellten Ansicht spricht noch der Um-

Gewöhnlich wendet man W. zur Härtung des Stahls an. Zu diesem Zweck bringt man das Stück Stahl erst ins Glühen, taucht es dann in das W. und bewegt es darin. Manchmal giebt man ihm sogleich den beabsichtigten Grad der Härtung, indem man den Grad des Erkaltens danach einrichtet; gewöhnlich dagegen härtet man ihn erst stärker, und bringt ihn auf den rechten Grad durch das sogenannte Anlassen (récuire) zurück, d. h. dadurch, daß man ihn bis zu einem gewissen Grade erhitzt und dann in der Luft erkalten läßt. Je stärker man ihn erhitzt, um so mehr verliert er an Härte.

Wenn der Stahl sehr stark gehärtet worden ist, und man will ihn auf den Grad zurückbringen, wo er zu Verfertigung von Barbirmessern, Federmessern u. s. w. tauglich ist, so erhitzt man ihn auf glühenden Kohlen, bis er eine strohgelbe Farbe annimmt. Soll er zu Scheeren, Messern tauglich seyn, so wird er bis zur braunen Farbe erhitzt. Um ihm die Härte der Uhrfedern zu geben, erhitzt man ihn, bis er eine blaue Farbe annimmt; zu Stahlfedern für Fuhrwerke endlich erhitzt man ihn bis zum Braunroth. Die drei ersten Arten des Anlassens lassen sich auch so bewerkstelligen, daß man den Stahl mit einer leichten Schicht Seife überzieht, und ihn bei der ersten Art erhitzt, bis die Seife einen leichten Rauch verbreitet, bei der zweiten, bis dieser Rauch reichlicher und etwas gefärbt ist; bei der dritten endlich, bis die Seife auf dem Punct ist, sich zu entzünden *).

---

stand, daß der Stahl nach dem Glühen und langsamen Erkalten ein größeres spec. Gewicht zeigt, als nach dem Härten; indem gehärteter Stahl kalt dasselbe Vol. behält, was er im glühenden Zustand hatte.

*) Die Farben, welche der Stahl beim Anlassen erhält, rühren von einem dünnen Oxydhäutchen her. Ure (Wörterb. Art. Eisen) giebt folgende Bestimmungen darüber:

bei 430° F. ein sehr blasses Gelb für Lancetten;
— 450° ein blasses Strohgelb für Rasirmesser nnd chirurgische Instrumente;
— 470° ein vollkommnes Gelb für Federmesser;
— 490° eine braune Farbe für Scheeren und Meißel, mit denen man altes Eisen schneidet;
— 510° eine braune Farbe mit purpurrothen Flecken für Aexte und Hebeleisen;
— 530° eine purpurrothe Farbe für Tischmesser und Papierschereen;
— 550° eine hellblaue Farbe für Säbel, Uhrfedern, Bruchbandagenfedern und Klingelfedern;
— 560° eine vollkommen blaue Farbe für kleine zarte Sägen, Dolche u. s. w.;
— 600° eine dunkelblaue Farbe, die in Schwarz übergeht; sie ist unter allen Abstufungen die weichste, und ein solches Metall ist blos für Handsägen und lange Sägen geeignet, weil diese so weich seyn müssen, daß man die Zähne mit der Feile schärfen, nnd dem Hammer oder einem andern Instrumente richten kann.

Es ist manchmal bei der Operation des Härtens nöthig, die Oxydation von Stahlstücken zu verhüten. Diese erhitzt man in Bley, welches man auf den erforderlichen Hitzegrad gebracht hat, und taucht sie in einen Körper, der sie nicht zu oxydiren vermag [1]).

Der Stahl ist fast eben so strengflüssig als das Eisen: auch läßt er sich nur in einem vortrefflichen Tiegel und in einem guten Schmelzofen schmelzen. Er ist des Magnetismus fähig, wie das Eisen, nimmt ihn zwar schwerer an, hält ihn aber auch fester als dieses, daher auch alle Magnetnadeln aus Stahl verfertigt werden.

Gegen den Srst. und die atm. Luft verhält sich der Stahl bei allen Temperaturen ziemlich wie das Eisen. Nur kann sich bei rascher Verbrennung des Stahls außer einer Menge Eisenoxyd auch etwas Kohlensäure bilden.

Fast eben so wie das Eisen wirkt der Stahl auch auf die verbrennlichen Körper: Bringt man ihn z. B. in Berührung mit Chlor, erhitzt man ihn mit Phosphor, Schwefel, Jod, so erhält man Eisen-Chlorid, Phosphorid, Sulfurid, Jodid. Wahrscheinlich jedoch bildet sich auch zugleich etwas Eisenpercarbonid (Graphit). Namentlich ist dieß der Fall, wenn man Stahl mit Säuren behandelt, die denselben anzugreifen vermögen; daher, wenn man einen Tropfen Salpetersäure auf Stahl bringt, ein schwarzer Fleck darauf entsteht. Man bedient sich selbst dieses Mittels, den Stahl vom Eisen zu unterscheiden; was jedoch sicherer durch den Versuch des Härtens geschieht *).

† Barnes von Cornwall (Connecticut) hat neuerlich die Entdeckung gemacht, daß sich Stahl unter gewissen Umständen mit ungehärtetem Eisen zerschneiden läßt. Er befestigte eine zirkelförmige Eisenplatte in eine Axe, gab derselben eine sehr schnelle kreisende Be-

---

Wird der Stahl noch stärker erhitzt, so wird er ganz weich: Will man Instrumente härten, die einen starken Rücken und eine dünne Schneide haben, wie z. B. Federmesser, so werden sie mit dem Rücken auf eine heiße Eisenplatte oder in heißen Sand gelegt, sonst würden sie an der Schneide schon zu weich werden, ehe noch der Rücken gehörig erhitzt ist.

1) Sicherer würde das Anlassen mittelst einer sehr leichtflüssigen Legirung geschehen, weil man dann die hiezu erforderliche Temperatur wissen könnte. Die Legirung, welche man erhält, wenn man 8 Theile Wismuth, 5 Theile Bley und 3 Theile Zinn zusammenschmilzt, und welche in kochendem Wasser schmilzt, würde allen Bedingungen genügen. Ihre Oxydation würde man dadurch verhindern, daß man von Zeit zu Zeit Harz auf das Bad würfe.

*) Daniel hat bemerkt, daß, wenn Stücken von hartem und von weichem Stahl in Salzs. gelegt werden, die erstern fünfmal so viel Zeit als die letztern zur Sättigung der S. erfodern, daß jene sich alsdann an der Oberfläche mit kleinen Höhlungen wie in wurmzerfressenem Holze bedecken und von compactem keineswegs gestreiftem Gefüge zeigen, während das Gefüge dieser faserig und gewebt erscheint (Ed. phil. J. VII. 359).

wegung, indem er zugleich eine Feile anbrachte, um sie ganz rund und glatt zu machen. Die Feile wurde von der Eisenplatte entzweigeschnitten, ohne daß diese eine Veränderung erlitt. Eine sehr starke Säge wurde in wenigen Minuten der Länge nach zerschnitten. Perkins in Fleet-street hat diese Beobachtung bestätigt gefunden. Wahrscheinlich benimmt die durch die Reibung hervorgebrachte Hitze dem Stahl seine Härte, so daß das Eisen ihn durchschneiden kann, indem dieses sich weit weniger erhitzt, da die Reibung hier nicht auf die nämliche Stelle beschränkt bleibt. (Journ. of Science XVI. 155. Hänle Mag. der Pharm. 1824. V. S. 336).

Natürliches Vorkommen, Zubereitung. Der Stahl ist nur erst in kleinen Kügelchen in den Producten von in Brand gerathenen Steinkohlenlagern zu la Bouiche unfern Neris im Allier-Departement, mithin als zufälliges Erzeugniß, und in kleinen nierenförmigen Massen als sogenannter vulkanischer Stahl am nördlichen Abhang des Graveniére unweit Clermond-Ferrand, zwischen schlackigen Laven, gefunden worden. Es scheint, daß mehrere meteorische Eisenmassen stahlartig sind.

Man unterscheidet vier Hauptarten von Stahl: 1) den Rohstahl; 2) den Cementstahl; 3) den Gußstahl; 4) den damascirten Stahl oder Damascenerstahl.

Rohstahl, (Schmelzstahl, Mock, acier naturel, de forge ou de fonte, acier d'Allemagne). — Dieser Stahl wird manchmal aus dem grauen Roheisen, häufiger aus dem weißen, öfters aus beiden zusammen erhalten.

Das Verfahren, mittelst dessen man das Roheisen in Rohstahl verwandelt, gleicht sehr dem, mittelst dessen man Stabeisen daraus macht. Man nimmt nämlich Tiegel von ungefähr 45 bis 50 Centimeter (17 bis 18 Zoll) Tiefe und 60 bis 70 Centimeter (22 bis 26 Zoll) Seite; füllt dieselben mit einem Gemeng aus pulverisirter Kohle und einer kleinen Quantität aufgeweichtem Thon; drückt dieß Gemeng fest hinein, und macht in der zusammenhängenden Masse oder dem Beschlag, der so entsteht, eine Höhlung von ungefähr 30 bis 35 Centimeter (11 bis 13 Zoll) Tiefe und 40 bis 50 Centimeter (15 bis 18 Zoll) Seite. In diese Höhlung werden die Stücken Roheisen mit hinlänglicher Kohle, um sie anzufüllen, gebracht. Wenn alles auf diese Weise vorbereitet ist, zündet man die Kohle an, die man in dem Maße, als sie verbrennt, durch neue ersetzt, und richtet den Windstrom eines Blasebalges darauf, wobei man Sorge trägt, daß die Blasebalgröhre fast horizontal und das Roheisen immer mit einer Schicht Schlacke von einigen Centimeter Dicke bedeckt sey. Wenn das Roheisen anfängt, teigig (pâteuse) zu werden, was nach Verlauf von

acht bis neun Stunden erfolgt, nimmt es ein Arbeiter portionenweis heraus, und hält es in den Windstrom des Blasebalgrohrs, um es noch von einem kleinen Ueberschuß Kohlenstoff, den es enthalten könnte, zu befreien; dann bringt er es unter den Hammer, um es zu schmieden *), und vollends in Stahl zu verwandeln. Es scheint, daß sich bei dieser Operation durch die Wirkung der atm. Luft auf das Roheisen außer dem Stahl etwas Kohlenstofforyd bildet, welches entweicht, und eine Zusammensetzung aus Kieselerde, Kalk und Eisenoxyd, woher die Schlacken rühren, die sich auf der Oberfläche sammeln. In der That müssen diese Körper entstehen, wenn man annimmt, daß das Roheisen außer dem Kohlenstoff und Eisen noch Kieselerde, Kalk, Eisenoxyd enthält, oder vielmehr Kohlenstoff und Eisen, mit Calcium und Silicium verbunden.

Man kann den Rohstahl auch durch directe Behandlung des Eisenoxyds mit Kohle erhalten; eine Methode, auf die wir zurückkommen werden, wenn von Ausbringung des Eisens die Rede seyn wird.

Cementstahl (Brennstahl, Acier de cémentation). — Der Cementstahl wird in Kasten von Weißblech, von Gußeisen, von Tiegelerde, von Steingut oder von Backsteinen verfertigt. Letztere sind am bequemsten und wohlfeilsten.

Um die Operation vorzunehmen, werden die Kasten in einen eigens dazu bestimmten Ofen gesetzt. Zuerst bringt man eine Lage Cement [1]) von ungefähr 23 Millimeter (10 Lin.) Dicke hinein, dann eine Lage Eisenstangen [2]), welche ungefähr in 5 Millimeter (2,2 Lin.) Entfernung eine von der andern und 16 bis 18 Millimeter (7 bis 8 Lin.) von den Wänden des Kastens an ihren Enden entfernt liegen, dann wieder eine Schicht Cement von 12 bis 13 Millimeter (5,3 bis 5,6 Lin.) Dicke; abermals eine Lage Eisenstangen u. s. f. bis der Kasten fast voll ist. Dann werden diese verschiedenen Lagen mit leicht befeuchtetem Sande bedeckt. Außerdem trägt man Sorge, die Enden einiger Eisenstangen von gleicher Dicke als die andern, außer den Kasten

---

*) Es werden schmale dünne Stäbe aus dem Rohstahl geschmiedet, je 12 bis 15 derselben ein- oder mehreremal zusammengeschweißt, und endlich in viereckige schmale Stangen ausgeschmiedet, die man Gärbstahl nennt.

1) Das gewöhnlich angewandte Cement besteht aus einem Gemeng von 0,4 bis 0,8 Ruß (suie); 0,4 Holzkohle; 0,4 bis 0,8 Asche; 0,3 Kochsalz. Die thierische Kohle pflegt der vegetabilischen hiebei vorgezogen zu werden.

2) Man darf nur zwei Arten Eisenstangen zur Fabrikation des Cementstahls anwenden. 1) Das weiche Stabeisen (le fer doux et mou), welches reines Eisen ist; 2) das harte Stabeisen (le fer doux et dur), welches schon Kohlenstoff enthält und deßhalb minder lange als das andre mit dem Cement in Berührung seyn darf. Die Dicke der Eisenstangen kann 10 bis 15 Millimeter ($4\frac{1}{2}$ bis $6\frac{3}{4}$ Lin.) betragen.

hervortreten zu lassen, damit sie zur Probe dienen können, und um sie vor der Einwirkung der Luft zu schützen, bedeckt man dieselben mit Thon. Wenn die Kasten voll sind, verschließt man die Oeffnung des Ofens, durch welche die Arbeiter die Kasten hineingebracht hatten, und macht das Feuer an. Dieß muß stark genug seyn, um die Temperatur im Innern der Kasten auf 80 bis 90° des Pyrometers zu bringen, und muß fünf bis sechs Tage unterhalten werden. Hält man die Operation bald für beendigt, so nimmt man die Probestücke heraus, um sie zu untersuchen. Sind sie bis zur Mitte verstählt, so läßt man den Ofen erkalten und nimmt die Stücke, welche gewöhnlich mit Blasen auf ihrer Oberfläche bedeckt sind (daher der Name Blasenstahl), aus den Kästen heraus; wo nicht, so setzt man die Feuerung fort. Jedenfalls bricht man die Stangen nach der Operation an ihren Enden ab, und legt diejenigen, welche nicht hinlänglich verstählt sind, bei Seite. Man glüht nun den so erhaltenen Cementstahl und schmiedet ihn (gärbt ihn) um ihn in den Handel übergehn zu lassen.

Bei der Operation des Cementirens verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Eisen, indem er successiv von den oberflächlichen Schichten zu den innern übergeht; daher die erstern auch immer mehr Kohlenstoff als die letztern enthalten [1]).

Gußstahl (Acier fondu). — Zur Bereitung des Gußstahls bedient man sich Tiegel von sehr feuerfester Erde, die ungefähr 15 bis 16 Centimeter (4½ bis 5 Zoll) im Durchmesser, 30 bis 35 Cent. (11 bis 13 Zoll) Höhe haben; thut in jeden derselben 12 bis 13 Kilogrammen (33 bis 36 Pfund) Stücken Roh- oder Cementstahl, bedeckt ihn mit einem Flußmittel, bestehend aus gepulvertem grünen Bouteillenglase vermengt mit ¼ Kalk oder blos Kohlenstaub, Steinkohle oder Holz [2]); setzt dann die Tiegel in einen Zugofen und erhitzt sie stark sechs bis sieben Stunden lang. Diese Zeit reicht gewöhnlich hin, eine solche Quantität Stahl zu schmelzen. Mann kann sich übrigens durch Eintauchen eines Eisenstabes in den Tiegel von der wirklich erfolgten Schmelzung des Stahls vergewissern. Man

---

1) Manchmal hat man dicke Stücke Eisen, wie z. B. Cylinder, zu verstählen. Sie werden zu diesem Behuf eben so, wie die kleinen Eisenstangen, in der Mitte eines Kohle enthaltenden Cements erhitzt; nur längere Zeit. Je länger es geschieht, um so tiefer dringt die Verstählung. Gewöhnlich verstählt man solche Stücke bis 14 oder 15 Millimeter (6 bis 6½ Lin.) Tiefe. Nachher werden sie dann noch auf die gewöhnliche Weise gehärtet.

2) Das Flußmittel hat den Zweck, beim Schmelzen den Stahl vor dem Luftzutritt zu schützen, und dadurch zu verhindern, daß sich der Sauerstoff der Luft nicht des Khlsts bemächtige, der in die Zusammensetzung des Stahls eingeht.

zieht alsdann den Tiegel aus dem Ofen zurück, entfernt das Glas von der Oberfläche des Stahls, rührt diesen mit einem Eisenstab um, um ihn gleichförmig untereinander zu mischen, und gießt ihn vorsichtig in eine Stangenform (lingotière). Dieser Stahl ist viel homogener, als die beiden vorigen Arten.

Man erhält auch Gußstahl, wenn man in einem guten Tiegel bei einem Schmelzfeuer ein Gemeng von 3 Eisen, 1 kohlens. Kalk und 1 gebrannter Thonerde erhitzt. Bei diesem Verfahren, welches von Clouet herrührt (Journal des Mines, tom. IX.), muß die Khls. des khls. Kalks, wenigstens theilweis, zersetzt werden; ihre Bestandtheile verbinden sich mit dem Eisen; und daher entsteht Stahl, der sich auf dem Boden des Tiegels sammelt und Eisenoxyd, welches, mit Kalk und Thonerde zusammentretend, verglast und an der Oberfläche des Metallbades bleibt. (S. weiterhin S. 472. Boussingault's Meinung).

Die drei hier betrachteten Arten Stahls haben nicht die nämlichen Eigenschaften: der Gußstahl ist sehr homogen, nimmt eine große Härte durch die Operation des Härtens an und ist der glänzendsten Politur fähig; aber er läßt sich nur ziemlich schwer mit sich selbst oder mit dem Eisen zusammenschweißen und schmieden [1]).

Der Rohstahl dagegen läßt sich sehr leicht schmieden und schweißen, ist aber nicht allen seinen Theilen nach homogen; denn er enthält oft Eisen, welches kaum verstählt ist; er nimmt eine weit minder schöne Politur und weit geringere Härte an als der Gußstahl.

Der Cementstahl steht hinsichtlich seiner Eigenschaften zwischen den beiden vorigen; d. h. er läßt sich weniger leicht schmieden und schweißen als der Rohstahl; leichter dagegen als der Gußstahl u. s. w.

Damascirter Stahl (Acier damassé). — So nennt man eine Art Stahl, deren man sich im Orient zur Verfertigung der Damascenerklingen bedient, und welche auf der Oberfläche gewellt oder krystallinisch erscheint. Auch führt er den Namen Wootz oder Indischer Stahl. Lange Zeit hindurch ist seine Bereitungsart ein Geheimniß gewesen. Die ersten Versuche, ihn nachzumachen, wurden von Faraday und Stodart angestellt; dann in Frankreich, auf Veranlassung durch die Société d'encouragement, von Breant wiederholt abgeändert und erweitert. Wir werden die hauptsächlichsten Beobachtungen dieser verschiedenen Chemiker hier folgen lassen.

---

1) Herr Molard hat mich berichtet, daß man vortreffliche Instrumente aus Gußstahl erhält, wenn man sie gehörig härtet und dann in Eisenfeile glüht, so daß ihre Oberfläche etwas entstählt wird. Sie erhalten so die Eigenschaft, selbst Eisen zu schneiden, ohne schartig zu werden (s'égrener).

Faraday und Stodart glaubten gefunden zu haben, daß der Wootz oder Indische Stahl eine kleine Quantität Aluminium und Silicium innig mit sich verbunden halte, und versuchten nun hievon ausgehend die Nachahmung desselben auf folgende Weise. Erst setzten sie reinen Stahl oder auch wohl gutes Eisen, in Berührung mit gepulverter Kohle, lange Zeit hindurch einer intensiven Hitze aus. Sie erhielten so Carbonide, welche aus 94,36 Eisen und 5, 64 Khlst. bestanden. Diese Carbonide, deren Gewicht 500 Grains betragen mochte, waren geflossen, hatten eine sehr dunkelgraue Farbe und zeigten, wenn man sie zerbrach, krystallinische Facetten, deren einige über ½ Zoll Breite hatten. Das so erhaltene Eisencarbonid ward in einem Mörser gepulvert, mit reiner Thonerde (Aluminiumoxyd) gemengt, und in einem verschlossenen Tiegel einer eben so intensiven Hitze, als zu seiner Bereitung angewandt worden war, aber längere Zeit hindurch, ausgesetzt. Als darauf der Tiegel zurückgezogen und geöffnet wurde, fand sich eine sehr spröde Legirung von weißer Farbe und gedrängtkörnigem Gefüge darin, welche kaum Khlst. enthielt, und aus der durch Säuren 6,4 Procent Thonerde ausgezogen wurden. Wahrscheinlich verbindet sich bei diesem Versuch der Srst. der Thonerde mit dem Khlst. des Carbonids, und das Aluminium tritt mit dem Eisen zur Legirung zusammen. Wie dem auch sey, durch Zusammenschmelzen von 500 Grains gutem Stahl mit 67 von der vorigen Legirung erhielt man ein Metallkorn mit allen Eigenschaften, welche den besten Wootz oder Bombayschen Stahl charakterisiren. So war es vollkommen hämmerbar, und als man es zu einer kleinen Stange ausgeschmiedet, polirt und dann mit verdünter Schwefels. behandelt hatte, zeigte sich seine Oberfläche nach Art der Damascenerklingen gewellt. Auch durch wiederholtes Schmelzen verlor es diese charakteristische Eigenschaft nicht, welche offenbar von einer eigenthümlichen Krystallisation, wie man sie im Weißblech bemerkt, abhängt. Diese interessanten Versuche beweisen, daß man sich bisher eine falsche Vorstellung von dem wahren Damascenerstahl gemacht hatte, indem man glaubte, er bestehe aus Stahlblechen von verschiedener Härtung oder auch aus zusammengeschweißten Eisen- und Stahlblechen.

Breant theilt Faraday's und Stodart's Meinung über die Natur des Indischen oder Damascenerstahls nicht. Er glaubt, daß der Orientalische Damascenerstahl eine Art Gußstahl sey, der mit mehr Khlst. als unsre Europäischen Stahlarten geschwängert ist, und in dem sich durch ein gehörig geleitetes Abkühlen eine Krystallisation aus zwei verschiedenen und nach bestimmten Verhältnissen von Eisen und Khlst. zu Stande gekommenen Verbindungen gebildet hat, deren eine reiner Stahl, die andre gekohlenstoffter Stahl (acier carburé) ist.

Nach ihm bildet sich, wenn die Quantität Khlst. genau so groß, wie im reinen Stahl ist, keine Damascirung, was man immer vornehmen mag, weil die Zusammensetzung homogen ist. Allerdings bildet sich eine solche auch, wenn das Eisen in Ueberschuß ist; diese Damascirung jedoch, welche von einer Mengung von Stahl und Eisen herrührt, ist weiß und nicht sehr vorstechend. Schön erhält man sie nur dann, wenn hinlänglicher Khlst. vorhanden ist, um etwas Roheisen zu geben.

Ein langsames Erkalten ist wesentlich erforderlich, damit sich die beiden ungleich schmelzbaren Zusammensetzungen trennen und krystallisiren können.

Man muß außerdem, wie dieß schon bekannt war, die Stücken in gesäuertes Wasser tauchen, welches dadurch, daß es den Stahl vorzugsweise angreift und schwärzt, die Krystallisation oder das gewellte Ansehn hervortreten läßt. 10 Th. Feilspäne von sehr grauem Roheisen und 100 Th. eben solche, zuvor oxydirte, Feilspäne, haben einen schön damascirten und zur Fabrikation blanker Waffen (armes blanches) geeigneten, Stahl gegeben. Die dunkelsten Arten von Roheisen zeigen sich hiebei am tauglichsten.

Man erhält auch damascirten Stahl, wenn man 100 Th. weiches Eisen mit 2 Th. Ruß schmilzt. (S. Bulletin de la société d'-Encouragement, août 1823).

Bréant läugnet jedoch nicht, daß sich die Damascirung auch durch Verbindung des gewöhnlichen Stahls mit andern Metallen erhalten lasse; und in der That lehrt die Erfahrung, daß man auf diese Weise eine sehr gute Damascirung mit Silber, Chrom u. s. w. erhält.

Stahl, durch Verbindung mit andern Metallen in seinen Eigenschaften abgeändert. — Die Chemiker, denen wir interessante Beobachtungen über diesen Gegenstand verdanken, sind Faraday und Stodart, Berthier, (Faraday und Stodart in Ann. de Chim. et de phys. t. XV. et XXI. p. 127 und 62. Gilb. Annal. LXVI. 169 und LXXII 225. Jahrg. 1822. Berthier in Ann. de ch. et de phys. XVII. 55. Ann. des Mines, t. VI, p. 583; Gilb. Annal. LXXII (XII N. F. 1822) S. 247).

Stahl mit Silber. — Die beiden ersten haben gefunden, daß der Stahl, mit $\frac{1}{500}$ seines Gewichts Silber verbunden, Eigenschaften erhält, die seine Anwendung in allen Fällen empfehlungswerth machen, wo man gutes Gußstahls benöthigt ist.

† Nimmt man Silber in größerem Verhältniß, so entsteht keine vollkommene Legirung. Wenn die geschmolzene Masse aus beiden erkaltet, so treten beim Erstarren Kügelchen reinen Silbers daraus her-

vor und erscheinen an der Oberfläche. Ist eine Barre aus einer solchen unvollkommenen Legirung geschmiedet worden, und wird dann durch verdünnte Schwefels. geätzt, so erscheint das Silber nicht in wirklicher Verbindung mit dem Stahl, sondern in Drähten durch die ganze Masse, so daß das Ganze das Ansehn eines Bündels Fibern aus Silber und Stahl hat, als wenn sie durch Zusammenschweißen verbunden worden wären. Das Ansehn dieser Fibern ist sehr schön. Die Fibern und Kügelchen erscheinen selbst noch, wenn man auf 400 Th. Stahl 1 Th. Silber nimmt.

† Stahl und Platin. — Platin mit Stahl giebt, wenn beide in vollkommenem Fluß sind, in jedem bisher versuchten Verhältniß sehr vollkommene Legirungen. Gleiche Gewichtstheile derselben geben eine sehr schöne Legirung, welche eine gute Politur annimmt, den Glanz nicht verliert, und sich vorzüglich für Spiegel eignet. Das spec. Gewicht derselben ist 9,862. — Auch 90 Platin mit 80 Stahl und 10 Platin mit 80 Stahl geben schöne Legirungen. Die Verhältnisse, in denen die Legirung mit Platin den Stahl zu Schneideinstrumenten zu vervollkommnen scheint, sind von 1 bis 3 Procent Platin.

† Stahl mit Rhodium, Iridium, Osmium. Die versuchten Verhältnisse mit ersterm waren von 1 bis 3 Procent Rhodium. Die so erhaltenen Legirungen zeigten ganz ausgezeichnete Eigenschaften; nämlich große Härte verbunden mit großer Tenacität, welche das Springen der daraus verfertigten Instrumente verhütet. Die Seltenheit des Rhodiums muß leider der allgemeinen Anwendbarkeit dieser Legirung im Wege stehen. Dasselbe gilt von den sonst schätzenswerthen Legirungen des Stahls mit Iridium und Osmium.

† Auch mit Gold, mit Kupfer, mit Zinn gab Stahl Legirungen, die jedoch nicht so viel als die vorigen hinsichtlich ihrer vortheilhaften Eigenschaften zu versprechen schienen.

† Stodart und Faraday haben sehr merkwürdige Beobachtungen über die Wirkungen von Säuren auf reinen Stahl und die erwähnten Legirungen von Stahl bekannt gemacht. — Taucht man zwei Stücken, eines von reinem Stahl, das andre von Stahl mit Platin legirt, in schwache Schwefels., so wird die Legirung sogleich sehr stark mit vieler Gasentwicklung angegriffen, während der reine Stahl kaum eine Wirkung erfährt. Von der Legirung entbindet sich in gleicher Zeit mehrere hundert mal so viel Gas als vom nicht legirten Stahl. Schon eine Legirung mit einer sehr geringen Menge Platin reicht hin, dem Stahl die genannte Eigenschaft zu ertheilen: $\frac{1}{400}$ beförderte die Wirkung beträchtlich, mit $\frac{1}{200}$ und $\frac{1}{100}$ war sie sehr mächtig; mit 10 Procent Platin war noch Wirkung, aber keine starke, vorhanden; mit 50 pr. C. war sie nicht stärker, als mit Stahl

allein, und eine Legirung aus 90 Platin mit 20 Stahl wurde gar nicht von der S. angegriffen. Aehnlich wie Schwefelsäure, verhielten sich andre Säuren, verdünnte Salzs., Phosphors. und selbst Sauerkleesäure. Wahrscheinlich wirken die Stahl- und Platintheile hiebei nach Art Voltaischer Elemente.

† Werden zwei Stücken Platinlegirung, ein gehärtetes und ein weiches, in die nämliche verdünnte Schwefelsäure gelegt, und nach einigen Stunden herausgenommen, so zeigt das harte Stück einen Ueberzug von einem schwarzen kohlenartigen Pulver; das weiche einen Ueberzug von einer grauen graphitähnlichen Materie, deren Menge die des Pulvers am harten Stück sieben bis achtmal übertrifft. An reinem Stahl zeigt sich ein ähnlicher Unterschied, nur wegen schwächerer Wirkung viel langsamer. — Bleibt das Pulver vom weichen Stück lange in der S. oder wird es darin gekocht, so kommt es in denselben Zustand als das Pulver am harten Stück. Wird eins dieser Pulver in verdünnter Schwefels. oder Salzs. gekocht, so löst sich Eisenprotoxyd auf, und es bleibt ein schwarzes Pulver, welches nicht weiter durch die Säure angreifbar ist. Dieß brennt, wenn es gewaschen, getrocknet und bis 300° oder 400° F. an der Luft erhitzt wird, wie ein Pyrophorus mit viel Rauch, und läßt Eisenprotoxyd und das legirende Metall zurück. (Ed. phil. J. VII. 360).

Im Verfolg der Arbeiten Faraday's und Stodarts machte nun auch Berthier zwei Legirungen von Stahl und Chrom, deren eine 10 die andre 15 Tausendtheile von letzterm Metall enthielt: beide ließen sich gut schmieden und gaben vortreffliche Messer- und Scheermesserklingen, die, mit Schwefels. gerieben, sogleich eine schöne Damascirung annahmen.*) Um sie zu erhalten, hatte sich Berthier einer Legirung von Eisen und Chrom bedient, die man bereiten kann, indem man ein Gemeng von Eisenoxyd, von Chromocker (minerai de chrôme), der durch Waschen gereinigt ist, und von Kohle in gehörigen Verhältnissen zusammen erhitzt.

Analyse. Wir verdanken Vauquelin das beßte Verfahren, den Kohlenstoffgehalt in den Stahlarten zu bestimmen. Dieß Verfahren besteht darin, die Stahlfeile bei der gewöhnlichen T. in Berührung mit W., welches mit schwefeliger S. gesättigt ist, zu bringen. Die Wirkung geht zwar nur langsam von Statten; endlich aber, im

---

*) Stodart und Faraday, welche ebenfalls die Legirungen des Stahls mit Chrom untersuchten, machten die Bemerkung, daß in einer Legirung von 100 Stahl mit 3 Chrom die Damascirung durch Poliren verschwand, durch Erhitzung aber ohne Gebrauch einer Säure wieder hergestellt wurde.

Verlauf einiger Tage, löst sich doch das Eisen völlig auf, und läßt den Khlst. frei werden. Das Eisen findet sich in der Fl. als Bestandtheil des gebildeten geschwefelten Sulfits; der Khlst. dagegen setzt sich in Gestalt sehr leichter Flocken ab. Man wäscht ihn zu wiederholten Malen, bevor man ihn trocknet und wiegt. Selten macht er mehr als 6 bis 7 Tausendtheile vom Stahl aus. Oft enthält der Stahl etwas Kieselerde oder vielmehr Silicium.

Außerdem hat sich Vauquelin durch seine Untersuchungen überzeugt, daß der gut bereitete Stahl niemals Mangan enthielt, selbst wenn er aus manganhaltigem Roheisen erhalten war.

Anstatt dieses Verfahrens hat Boussingault bei einer großen Menge Analysen von Stahl, die er unternommen, immer Schwefels., mit dem Sechsfachen ihres Gewichts W. verdünnt, angewandt. Jedoch muß dieß Verfahren, wenn es sich um wirkliche Schätzung des Khlstgehalts handelt, sehr ungenügend seyn, weil die Säure bei Aufl. des Eisens Wsst. frei macht, der sich mehr oder minder mit Khlst. verbinden muß. Diese Bemerkung macht übrigens Boussingault selbst, mit dem Beifügen, daß er die Schwefels. hauptsächlich angewandt habe, um die Gegenwart von Silicium in den Stahlsorten von la Bérardière zu entdecken, und ihren Gehalt daran zu bestimmen. Nach ihm würde sich diese Quantität auf $12\frac{1}{2}$ bis $22\frac{1}{2}$ Tausendtheile belaufen. Er ist geneigt, zu glauben, daß das Silicium jederzeit einen Bestandtheil des Stahls ausmacht, und daß sogar das Silicium gewissermaßen die Stelle des Khlsts vertreten kann, so daß sich eine stahlartige Legirung durch bloße Verbindung von Eisen und Silicium erhalten ließe. Als Beispiel führt er den Stahl von Clouet an, von dem wir oben gesprochen, und der nach seiner Analyse aus 99,20 Eisen und 0,80 Silicium bestehen soll. Um diesem Resultate Zutrauen schenken zu können, müßte aber die Genauigkeit des Verfahrens bei der Analyse außer Zweifel gesetzt seyn, man müßte sicher seyn können, alle Kohle, welche in den Stahl vielleicht eingehn könnte, wirklich ausgeschieden dadurch vorfinden zu können; was nicht der Fall ist. (Ann. de Ch. et de Phys, tom. XVI, pag. 10).

Nutzen. — Man verfertigt aus dem Stahl Scheermesser, Federmesser, Grabstichel, Feilen, Messer, Scheeren, Meißel, Nadeln, Sicheln, Sägen, Münzstempel, blanke Waffen, wie Säbel, Degen u. s. w. Auch die meisten chirurgischen Instrumente und eine Menge Handwerksgeräthe werden von Stahl verfertigt.

Man weiß nicht, zu welcher Zeit der Stahl entdeckt worden ist. (Ausführlicheres über den Stahl lehrt die Sideroderographie von Hassenfratz, Th. IV).

Vom Reißbley, Graphit, Plumbago (Plombagine ou Per-Carbure de fer).

198. **Eigenschaften.** — Der Graphit ist fest, schwärzlichgrau, sanft ja fettig anzufühlen. Er läßt schwarze Spuren an den Körpern zurück, an welchen man ihn reibt. Wenn er rein ist, läßt er sich leicht mit dem Messer in dünne Streifen zerschneiden; seine Bruchfläche ist fettartig glänzend; gerieben erhält er Metallglanz; er hat weder Geschmack noch Geruch; sein specifisches Gewicht ist 2,08 bis 2,26; eine Verschiedenheit, die sich darauf gründet, daß er oft Eisenoxyd, Schwefeleisen und Thonerde enthält.

Der Graphit ist durchaus unschmelzbar *). Bei der gewöhnlichen

---

*) Neuere Versuche von **Silliman**, angestellt mit **Hare's** galvanischem Deflagrator, widerlegen dieß. Er befestigte unter andern Versuchen über diesen Gegenstand, Parallelepipeden Graphit von $\frac{1}{5}$ Zoll im Durchmesser und 1 bis 2 Zoll Länge an die Schließungsdrähte der Pole. Als sie in Berührung mit einander gebracht wurden, strömte die Elektricität mit starkem Glanz über, und sie kamen an jeder Seite einen Zoll lang völlig ins Glühen; entfernte man sie ein wenig von einander, so betrug die Länge des gewöhnlichen Flammenbogens oft mehr als einen halben Zoll. Als **Silliman** die Stücke von diesen und mehrern andern Versuchen untersuchte, fand er an denselben eine schöne Gruppe von vielen Kügelchen aus geschmolzenem Graphit, welche sich bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll von der Spitze und $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ Zoll in der Runde erstreckten. Einige derselben waren pechschwarz, wie der vollkommenste Obsidian; andre waren braun, gelb und topasartig gefärbt; noch andre graulich weiß, bis zu reinem Weiß. Unter den weißen Kügelchen waren einige ganz durchsichtig und konnten mit dem Auge von kleinen Diamanten nicht unterschieden werden. Bei nachfolgenden Versuchen erhielt **Silliman** die weißen durchsichtigen Kügelchen von der Größe des Vogeldunstes; sie ritzten Fensterglas, waren, wenn man sie zwischen den Zähnen zerknirschte, geschmacklos und nicht magnetisch. Der am Kupferpol befindliche Graphit zeigte stets eine kegelförmige Höhlung, dagegen das am Zinkpol angebrachte, Stück eine mehr oder weniger beträchtliche Verlängerung. Bei allen Versuchen dieser Art wurde, wenn sehr starke Elektricitätsentwicklung Statt fand, ein weißer Dampf beobachtet, der theils vom Kupfer- zum Zinkpol überging, theils als starker Rauch in verticaler Richtung aufstieg. Hielt man ein Glas über den aufsteigenden Dampf, so verdichtete sich dieser leicht und legte sich als ein weißer Anflug an. Ungeachtet der Dampf einen eigenthümlichen Geruch besaß, so war doch die verdichtete Subst. geschmacklos, brauste nicht mit Säuren und veränderte die Farbe der Pigmente nicht merklich. Auch wenn man Holzkohle an den Polen anbringt, entwickelt sich jener weiße Dampf. **Silliman** hält ihn für verflüchtigten und die Kügelchen für geschmolzenen Kohlenstoff. — Das Nähere über diese interessanten Versuche findet man in Schw. J. 1823. IX. N. R. 1. 87. — **Vanuxem** (Bull. des sciences math. etc. Sept. 1824. p. 355). Hat nun zwar angekündigt, ein von ihm untersuchtes, nach Sillimans Verfahren geschmolzenes, Kügelchen habe sich zum großen Theil aus Eisen und Kieselerde zusammengesetzt gezeigt; indessen macht Sillimann (Ebend. Sept. 855) gegen die Genauigkeit seiner Analyse Einwendungen, indem beinahe die Hälfte der untersuchten Substanz von ihm als Verlust in Rechnung gebracht, und mithin seine Beschaffenheit nicht aufgeklärt wurde.

T. ist er ohne Wirkung auf das Srstgas, bei erhöhter aber verschluckt er es ziemlich schnell und giebt, unter Licht- und Wärmeentbindung, khls. Gas und Eisenoxyd damit. Man lege eine Porzellanröhre durch einen Reverberirofen; bringe ungefähr 4 bis 5 Grammen Graphit in dieselbe, füge eine Blase voll Srstgas an ein Ende der Röhre und eine gebogene Entbindungsröhre an das andre Ende. Nach diesen Vorbereitungen bringe man die Porzellanröhre bis zum Glühen, drücke die Blase gelind zusammen, und es werden sofort die beschriebenen Erscheinungen eintreten (Taf. XV. Fig. 4). Auf die atm. L. äußert sich die Wirkung des Graphits erst bei sehr hoher T. in merklichem Grade; und ist selbst dann so träge, daß man binnen einigen Stunden nur einige Grammen Graphit zu verbrennen vermag. Man kann sich hievon entweder mittelst des eben beschriebenen Apparats überzeugen, oder so, daß man den Graphit in einem Tiegel unter Luftzutritt glüht, oder endlich, daß man ihn in die Flamme eines Löthrohrs bringt (S. Beschreibung der Tafeln und Taf. XVIII. Fig. 5). Uebrigens erhält man mit der atm. L. eben so wie mit dem Srstgase Eisenoxyd und khls. Gas; aber die Licht- und Wärmeentbindung kann nur weit schwächer seyn. Im W. löst sich der Graphit nicht merklich auf.

Natürliches Vorkommen. — Der Graphit findet sich in den Ur- und in den Uebergangsgebirgen; in erstern gewöhnlich in Gestalt kleiner, in Granit und Gneiß eingesprengter, Blättchen, wo er manchmal den Glimmer zu ersetzen scheint. (Schuppiger Graphit). In letztern stellt er sehr feine, gleichförmig mit den erdigen Stoffen der Schieferarten gemengte, Theilchen dar, und ertheilt dadurch letzteren eine schwarze Farbe und die Eigenschaft, auf Papier metallischglänzende Striche hervorzubringen; oder er bildet auch mehr oder minder reine*) Massen in den genannten Gebirgsarten, wo er sich dann mit Leichtigkeit gewinnen läßt. Hier zeigt er ein dichtes, körniges oder blättriges Gefüge (dichter, blättriger Graphit).

Graphit findet sich in Frankreich im Departement d'Arriège, wo er mit den Schieferformationen gemengt und manchmal in kleinen Massen in der Mitte derselben vorkommt; zu Plaffier bei Morlair, im Departement du Finistère; — in Piémont, im Thal de la Stura und dem von Luzern, Arrondissement de Pignerolle; — zu Passau in Bayern, wo viel davon ausgebracht wird. Das schönste Lager davon, was man kennt, findet sich zu Barrowdale in Cumber-

*) Er enthält manchmal Thon- und Kieselerde; auch Spuren von Titan- Kupfer- Nickel- Chrom- Manganoxyd hat man darin gefunden.

land, wo der Graphit in sehr reinen und sehr sanft anzufühlenden Massen vorkommt.

Gewinnung. — Der Graphit wird aus der Erde wie andre Erze gezogen. Namentlich geschieht in England seine Gewinnung im Großen. Die Stücke welche zu unrein für den Handel sind, werden weggeworfen.

Das Eisen scheint, wenn es lange in Berührung mit Khlst. bei einer sehr hohen T. ist, in Graphit überzugehen; wenigstens behauptet man, daß sich oft eine Art Graphit im Innern der Hohöfen findet, wo das Feuer außerordentlich stark ist und wo man das Eisenoxyd durch Kohle zersetzt.

Fabroni macht die Bemerkung, der mehrere beistimmen, daß der Graphit sich auch manchmal in der Tiefe von Wässern bildet. So viel ist gewiß, daß man alle Monat Graphit aus einigen, im Neapolitanischen gegrabenen, Brunnen zieht, in welchen das Wasser säuerlich ist. Auch scheint sich täglich im Creusot solcher zu bilden, durch Einwirkung der, mit schwefels. Eisen u. s. w. geschwängerten, Wässer auf die Röhren von Roheisen. Wahrscheinlich lösen diese Wässer einen Theil Eisen auf, und machen so den Khlst. sehr vorwiegend im rückbleibenden.

Zusammensetzung. — Der reine Graphit scheint aus 92 Th. Khlst. und 8 Eisen zusammengesetzt zu seyn. Direct läßt sich dieß Resultat finden, indem man ihn in eine, bis zum Rothglühen erhitzte, Porzellanröhre bringt, einen Strom Erstgas durch diese Röhre streichen läßt, die Quantität khls. Gas, welche sich bildet, mißt und den Rückstand wiegt. Das khls. Gas giebt die Quantität Kohle und das entstandene Eisentritoxyd die Quantität Eisen (346 und 528).

Nutzen. — Der Graphit wird zur Bereitung der Bleystifte angewandt. Zu diesem Zweck zersägt man entweder die Graphitmassen in Parallelepipeden; welches die Verfertigungsart der beßten Englischen Bleystifte ist, oder man macht aus Graphit und Thon einen Teig, den man in die erwähnte Form bringt und brennt. Jedes Parallelepipedum wird alsdann in einen Cylinder aus weichem Holz eingeleimt, der aus zwei zusammenpassenden Theilen besteht, in deren einem eine Längefurche zur Aufnahme der Graphitmasse ausgehölt ist.

Man bedient sich auch des Graphits, das Eisen vor Rost zu schützen, indem man ihn gepulvert auf die Oberfläche desselben aufträgt. Mit Fett gemengt giebt er einen vortrefflichen Ueberzug zur Verminderung der Reibung bei Räderwerken u. s. w. ab. Bei Maschinen, die blos aus Holz bestehen, muß er allein angewendet werden, indem er hier die Reibung weit mehr vermindert, als wenn er mit einem fetten Körper gemengt ist.

Von den Metallphosphoriden (Phosphures métalliques).

199. Geschichtliches. — Die Metallphosphoride, zuerst von Marggraf erkannt, zum größten Theil bereitet und untersucht von Pelletier, verdienen eine neue sorgfältige Untersuchung, da zur vollständigen Kenntniß derselben noch viel zu wünschen übrig ist. Man urtheile aus dem Folgenden.

199 bis. Der Phosphor ist erst mit folgenden Metallen in Verbindung gebracht worden: dem Natronium, dem Kalium, (dem Baryum, Strontium, Calcium, Silicium) dem Mangan, dem Zink, dem Eisen, dem Zinn, dem Cadmium, dem Arsenik, dem Molybdän, dem Wolfram, dem Antimon, dem Kobalt, dem Titan, dem Wismuth, dem Kupfer, dem Nickel, dem Bley, dem Quecksilber, dem Silber, dem Platin und dem Gold. Wenn seine Verbindung mit den andern Metallen bisher noch nicht bewerkstelligt worden ist, so mag dieß allerdings nur daher rühren, daß sie schwer zu erhalten, wie das Rhodium, das Paladium u. s. w.; oder irreducirbar sind, wie die Metalle mehrerer Erden.

200. Zusammensetzung. — Man nahm ehemals, Pelletier's Versuchen zufolge, an, daß ein Metall immer nur ein einziges Phosphorid zu bilden vermöchte; jetzt jedoch hat man diese Ansicht verlassen. In der That ist wahrscheinlich, daß sich das nämliche Metall in mehrern Verhältnissen mit dem Phosphor, wie mit dem Schwefel, zu verbinden vermag; ja sogar, daß die Zusammensetzung der Metallphosphoride den nämlichen Gesetzen unterworfen ist, als die der Metallsulfuride, nämlich 1) daß es für jedes Metall eben so viel Phosphoride, als Oxyde geben kann; 2) daß die Quantität Phosphor in einem Prophosphorid in Verhältniß mit der Quantität Erst. im entsprechenden Protoxyd steht; daß dasselbe vom Deutophosphorid in Bezug zum Deutoxyd gilt u. s. w.; 3) daß diese Quantitäten so beschaffen sind, daß das Prophosphorid ziemlich zweimal so viel Phosphor (dem Gewicht nach) als das Protoxyd Erst. enthält. *) u. s. w. oder wenigstens, daß ein Phosphorid genau in ein neutrales phosphorsaures Protoxyd, ein Deutophosphorid in ein neutrales phosphors. Deutoxyd umgewandelt werden würde, wenn das Metall respectiv zu Protoxyd oder Deutoxyd und der Phosphor zu Phosphors. oxydirt würde. Mindestens hat Dulong Gelegenheit gehabt, dieß für das

---

*) Dieß hängt damit zusammen, daß das Phosphoratom ziemlich das doppelte Gewicht vom Erstatom hat; Erst. = 10; Phosphor = 19,615.

Prophosphorid von Kupfer bestätigt zu finden. (Mém. d'Arcueil, tome III., pag. 448; Ann. de Ch. et de Ph., tome II, pag. 141).

201. Eigenschaften. — Alle Metallphosphoride sind fest und geruchlos, alle sind spröde und zwar in dem Grade, daß oft eine sehr kleine Menge Phosphor hinreicht, das geschmeidigste Metall spröde zu machen; daher auch die Eisenerze, welche etwas phosphors. Eisen enthalten, in der Hitze gewöhnlich sprödes Eisen geben. Alle sind geschmacklos, ausgenommen die Phosphoride der Metalle des zweiten Abschnitts, welche die Eigenschaft besitzen, das W. bei der gewöhnlichen T. zu zersetzen und scharfe und kaustische Oxyde zu geben. Die meisten besitzen Metallglanz und sind krystallisirbar. Dass pec. Gewicht ist bis jetzt noch von keinem derselben mit Genauigkeit ausgemittelt worden.

202. Ihr Schmelzgrad ist verschieden: sie sind weit schmelzbarer, als das Metall, was sie enthalten, wenn dieß Metall sehr strengflüssig ist, minder schmelzbar dagegen, wenn es leichtflüssig ist.

Mehrere zersetzen sich, ganz oder zum Theil, in einer hohen T. Man bringe z. B. Goldphosphorid in eine Retorte und erhitze sie bis zum Rothglühen, nachdem man eine Röhre mit einer Kugel (tube à boule) daran gefügt hat. Bald wird sich eine gewisse Quantität Phosphor sublimiren, in Dampfgestalt in die Röhre übergehen und dort durch Erkalten erstarren. Das Silber und wie es scheint, auch das Bleyphosphorid bieten die nämliche Erscheinung dar.

103. Die Wirkung der Phosphoride auf das Srstgas und auf die atm. L. ist noch nicht gehörig untersucht worden; indeß läßt sich annehmen, daß sehr wenig Phosphoride in der Kälte, wenn diese Gasarten trocken sind, eine merkliche Veränderung darin erfahren, daß dagegen alle bei einer erhöhten T. bedeutend dadurch verändert werden. Immer nämlich muß bei einer solchen T. der Phosphor das Srstgas absorbiren, und eben dieß muß das Metall thun, wofern es nicht sehr schwer oxydirbar ist, wie das Platin und das Gold. Auch wäre es möglich, daß die Gegenwart des Phosphors dem Metall diese Eigenschaft mittheilte; wie der Fall beim Silber zu seyn scheint. Die Producte müssen seyn ein phosphorsaures Metallsalz, wenn Phosphor und Metall zugleich verbrennen, und ein Gemeng aus Phosphors. und Metall, wenn die Verbrennung blos den Phosphor betrifft. Wäre jedoch die T. sehr hoch, so könnte sich im zweiten Fall alle gebildete S. verflüchtigen; ja einige phosphorsaure Salze, die sich im ersten Fall bei einer niedern T. gebildet hätten, würden sich sogar dann zersetzen; d. h. die Phosphors. und der Srst. würden sich daraus entbinden, so daß das Metall frei zurückbliebe: wohin vielleicht das phosphors. Silber und mehrere andre phosphors. Salze gehören könnten,

deren Oxyde in der Hitze reducirbar sind. Jedenfalls würde sich Entbindung von Wärmest. und Licht zeigen, veranlaßt hauptsächlich durch Verbrennung eines Theils Phosphor an der Oberfläche des Phosphorids. Uebrigens sind die Vorgänge hiebei leicht zu deuten. Es erhellt nämlich, daß der Srst. wegen seiner großen V. zum Phosphor und in den meisten Fällen auch zum Metall des Phosphorids sich mit beiden zu verbinden streben muß; daß ein gewisser Wärmegrad diese Verbindung in so weit befördert, als er die Cohäsion des Phosphorids vermindert, ein höherer dagegen sie aufzuheben streben muß. Um den Versuch anzustellen, füllt man eine kleine krumme Glasglocke mit Quecksilber; läßt erst Srstgas hineintreten; bringt dann mittelst einer Zange, deren Schenkel sich löffelförmig endigen, gepulvertes Phosphorid bis in den krummen Theil der Glocke, und giebt mit einer Weingeistlampe Hitze, bis keine Absorption mehr Statt findet. Wenn sich auf solche Art keine, zur Verbrennung des Phosphorids hinreichende, Hitze erlangen ließe, müßte man den Versuch in einer Porzellanröhre anstellen, diese Röhre durch einen Ofen legen, das Phosphorid hineinthun, eine Blase voll Srstgas an das eine Ende und eine Glasröhre an das andre Ende derselben fügen, die Röhre hinlänglich erhitzen, den Hahn der Blase drehen und dieselbe leicht drücken (Taf. XV. Fig. 4).

Ueber die Wirkung der Phosphoride und der verbrennlichen Körper auf einander hat man bis jetzt nur sehr wenig Versuche angestellt.

Mehrere Phosphoride werden durch das W. sogleich zersetzt: so die des zweiten Abschnitts oder die Phosphoride der Alkalimetalle. So wie man z. B. Kaliumphosphorid in W. wirft, entsteht Kaliumprotoxyd (Kali) und Phosphorwssstgas (Wssstperphosphorid), welches sich entzündet, so wie es in Blasenform in die atm. L. steigt. Die Phosphoride der vier letzten Abschnitte sind unaufl. darin und wirken bei der gewöhnlichen T. nicht darauf.

204. Vorkommen, Zubereitung. Kein Phosphorid findet sich in der Natur. Es ist sehr schwer, sie in bestimmten Verhältnissen zu erhalten, weil der Phosphor, wenigstens zum Theil, bei einer hohen T. daraus zu entweichen strebt. Auch erhält man ziemlich oft durch nachfolgende fünf Verfahrungsarten nur unvollständige Phosphoride.

Erste Verfahrungsart. — Man thue das Metall, welches mit dem Phosphor verbunden werden soll, gepulvert in einen Hessischen Tiegel, und erhitze es bis zum Rothglühen, wenn es diese T. ohne zu schmelzen aushalten kann; sonst kann man es eben so gut in Stücken als in Pulver anwenden und erhitzt es nur etwas mehr, als zu seiner Schmelzung erforderlich ist. Andrerseits lege man Stücken

Phosphor vom Gewicht zweier bis dreier Decigrammen (32 bis 48 Gran) unter W. in ein Schälchen. Wenn das Metall auf den erforderlichen Hitzegrad gebracht ist, nehme man eines dieser Stücke heraus, trockne es mit grauem Papier ab und bringe es am Ende einer Zange in den Tiegel: sogleich wird ein Theil des Phosphors verbrennen, der andre aber in Verbindung mit dem Metall treten. Dann wirft man ein andres Stück Phosphor auf das Metall u. s. f., bis man die Absorption für beendigt hält.

Bei sechs Metallen jedoch muß dieß Verfahren etwas abgeändert werden, nämlich dem Zink, dem Cadmium, dem Arsenik, dem Kalium, dem Natronium und dem Quecksilber; 1) muß man zugleich mit dem Phosphor etwas Harz auf das Zink oder auf das Cadmium werfen, um ihre Oxydation zu verhüten; 2) muß man den Phosphor und das Metall zusammen erhitzen, um die Phosphoride von Arsenik, Kalium und Natronium darzustellen. Zu diesem Zweck füllt man eine kleine Retorte über dem Quecksilberbade fast ganz mit Stickstgas oder Wasserstgas, bringt durch das Quecksilber einen Theil von einem der genannten Metalle und einen Theil Phosphor hinein, und erhitzt sie an der Lampe. Die Verbindung kommt schnell zu Stande und der überschüssige Phosphor wird durch die Hitze zum Entweichen gebracht. Anstatt einer Retorte gewährt es mehr Bequemlichkeit, sich einer kleinen krummen Glocke zu bedienen, wenn man nur geringe Mengen Phosphorid bereiten will. 3) Es hält sehr schwer, den Phosphor direct mit dem Quecksilber zu verbinden; allein sehr leicht läßt sich nach Pelletier die Verbindung damit bewerkstelligen, wenn man ein Gemeng von Phosphor und rothem Quecksilberoxyd zusammen unter W. erhitzt. Indem hier nämlich das Oxyd durch den Phosphor reducirt wird, kommt das Quecksilber in einen sehr fein zertheilten Zustand und findet sich so unter den günstigsten Bedingungen, sich mit diesem Körper zu vereinigen. Zugleich bildet sich Phosphors. oder phosphorige S., welche im W. aufgelöst bleibt; es könnte auch der Fall seyn, daß phosphors. Quecksilber entstände. Thomson, der diese Versuche von Pelletier wiederholt hat, behauptet, es sey kein Phosphorid, was man erhalte, sondern eine Zusammensetzung von schwarzem Quecksilberoxyd und von Phosphor.

Zweites Verfahren. — Das zweite Verfahren unterscheidet sich vom ersten nur hinsichtlich der Art des Operirens. Es besteht nämlich darin, daß man Phosphor in Dämpfen über ein, bis zum Braunroth erhitztes, Metall streichen läßt. Zu diesem Zweck legt Dulong, von welchem dieß Verfahren herrührt, horizontal durch einen Ofen eine, 14 bis 15 Millimeter (6 bis 7 Lin.) dicke, Röhre, die an einem Ende etwas gekrümmt ist, und auf dieser Seite durch eine sehr

kleine Röhre mit einem Apparat voll trocknem Wsſtgas communicirt, auf der andern Seite aber eine zweite kleine Röhre trägt, die in Queckſilber taucht. Das Metall iſt in die Mitte der großen Röhre und der Phosphor in ihren krummen Theil gebracht, in ſolcher Quantität, daß nach der Schmelzung ein kleiner Raum über dem Bade leer bleibt (en telle quantité, qu'après la fusion il reste un petit espace vide an-dessus du bain). Nach ſo getroffener Einrichtung verjagt Dulong zuerſt die Luft aus den Gefäßen durch einen Strom Wsſtgas; erhitzt alsdann das Metall und bringt den Phosphor faſt bis zum Sieden. Dieſer wird vom Waſſerſtoffgas mit fortgeriſſen und im ſelben Augenblick mit dem Metall in Berührung gebracht; mit dem er ſich vereinigt und eine in den Verhältniſſen conſtante Zuſammenſetzung bildet. Dulong glaubt, daß die Phosphoride aller Metalle, welche nicht unter 500 bis 600° ſchmelzen, ſich auf ſolche Art bereiten laſſen. Das Metall wird in Form von Draht angewandt, wenn es dehnbar iſt, als Pulver, wenn es ſpröde iſt. In letzterm Fall muß man Sorge tragen, es als eine dünne Schicht in der Röhre auszubreiten.

Drittes Verfahren. — Man nimmt gleiche Theile von verglaſter Phosphorſäure und von gepulvertem Metall, mengt ſie mit ungefähr dem 16ten Theil ihres Gewichts Ruß, oder auch man mengt die gehörige Quantität von letzterm mit verglaſtem ſaurem phosphorſ. Kalk und mit reinem oder oxydirtem Metall,[1]) thut das Gemeng in einen Tiegel, bedeckt es mit gewöhnlicher Kohle, deckt den Tiegel mit ſeinem Deckel zu und erhitzt ihn ſtark. Es ſcheint, daß ſich durch dieß Mittel alle Phosphoride erhalten laſſen, mit Ausnahme derer, welche ſich, wie das Goldphosphorid, in einer ſtarken Hitze zerſetzen. Die Kohle entzieht der Phosphorſ. und dem Metalloxyd den Srſt. und bildet Khlſ., welche entweicht, während der auf ſolche Art freigewordene Phosphor mit dem Metall zum Phosphorid zuſammentritt.

Viertes Verfahren. — Da ein neutrales phosphorſaures Salz ſich als ein Metallphosphorid plus Srſt. betrachten läßt, ſo iſt klar, daß durch Desoxydation eines ſolchen Salzes ein Phosphorid zu erhalten ſeyn muß. Der Kohlenſtoff nun vermag in einer hohen

---

1) Wenn das Metall nicht oxydirt iſt, ſo kann man zum Gemeng nehmen 2 Theile ſauren phosphorſ. Kalk, 1 Metall und $\frac{1}{10}$ Khlſt. Iſt das Metall oxydirt, ſo muß man etwas mehr von demſelben nehmen, auch etwas mehr als $\frac{1}{10}$ Ruß anwenden, und zwar ſo, daß nach der Reduction des Oxyds die Verhältniſſe zwiſchen jenen drei Körpern die angegebenen ſind. Ein großer Ueberſchuß von Kohle würde dem Fließen des Korns ſehr hinderlich ſeyn u. ſ. w.

Temperatur der Phosphorſ. und den Oxyden der Metalle, welche den vier letzten Abſchnitten angehören, ihren Srſt. zu entziehen. Wenn man demnach ein Gemeng aus einem neutralen Phosphat eines Metalls der vier letzten Abſchnitte und aus Ruß in den gehörigen Verhältniſſen macht*), und das Gemeng dann ſtark erhitzt; ſo wird das Phosphat jedesmal ſich in Phosphorid verwandeln, wenn die Hitze nicht in dem Fall iſt, die Verbindung des Phosphors und des Metalls zu verhindern. Die Operation läßt ſich leicht in einem Kohlentiegel (creuset brasqué) vornehmen, wobei man das Gemeng mit gewöhnlicher Kohle bedeckt.

Fünftes Verfahren. Zu dieſem Verfahren iſt blos erforderlich, Phosphorwaſſerſtoffgas durch gewiſſe Salze, die man zuvor in W. aufgelöſt hat, ſtreichen zu laſſen. Dieſe werden dann ſo zerſetzt, daß ihre S. frei wird, und ſich W. einerſeits, ein Phosphorid andrerſeits bildet, welches unter Geſtalt von Flocken niedergeſchlagen wird. Auf ſolche Art bereitet man namentlich diejenigen Phosphoride, deren Metalle wenig V. zum Srſt. beſitzen, wie das Goldphosphorid, und welche die Wirkung der Rothglühhitze nicht aushalten können, ohne ihren Phosphor fahren zu laſſen. Die auf ſolche Art bereiteten Phosphoride enthalten Phosphorquantitäten, welche dem Oxydationsgrade des Metalls nothwendig entſprechen müſſen.

Vielleicht würden ſich auch Phosphoride dieſer Art leicht erhalten laſſen durch Erhitzung von Phosphorwaſſerſtoffgas mit den Metalloxyden in kleinen krummen Glocken über Queckſilber.

204. †. Nach Grotthuß (Phyſiſch chem. Forſchungen Bd. I. S. 104) laſſen ſich Phosphoride des Goldes, Silbers, Queckſilbers, Kupfers auch auf naſſem Wege bereiten, wenn man Phosphoralkohol in Auflöſungen derſelben gießt, doch ſcheinen ſie dann auch etwas Phosphorwaſſerſtoff zu enthalten. Weſentliche Charaktere dieſer Phosphoride ſind: 1) ſich in Salpeterſ. aufzulöſen, mit Entbindung von Salpetergas, wobei Phosphor unaufl. zurückbleibt; 2) im Dunkeln einen ſchönen phosphoriſchen Schein zu geben, wenn man ſie auf ein warmes Eiſen wirft, und ein metalliſches Häutchen zurückzulaſſen. Die Bildung dieſer Phosphormetalle kann man ſich auf folgende Weiſe vorſtellen: der, mit dem Phosphor geſchwängerte, Weingeiſt verläßt dieſen, indem man ihn der Aufl. des einen oder des andern der vier genannten Metalle zuſetzt und vereinigt ſich mit der S.,

---

*) Unter gehörigen Verhältniſſen verſtehen wir die Quantität Ruß, welche nur eben erforderlich iſt, die Desoxydation der Phosphorſ. und des Metalloxyds zu bewirken (S. in Bezug hierauf die Zuſammenſetzung des Kohlenſtofforydgaſes (298) und die der phosphorſauren Salze (782).

welches die Erzeugung von Aether veranlaßt. Das freigewordene Metalloxyd überläßt seinen Srst. entweder an den Wsst. des Alkohols oder an einen kleinen Theil des Phosphors, dessen größter Theil sich des hergestellten Metalls bemächtigt. Diese Erklärung ergiebt sich aus den Producten der Mischung beider Flüssigkeiten, nämlich des Phosphormetalls, welches sich niederschlägt und des in der Fl. bleibenden Aethers, dessen geistiger Geruch augenblicklich merklich wird, sobald die Wirkung erfolgt ist.

Eine sehr sonderbare Erscheinung, welche man bei diesem Versuche wahrnimmt, ist die schnelle Hin- und Herbewegung, von welcher die reducirten Metalltheilchen getrieben werden; z. B. wenn man Phosphoralkohol in eine Goldauflösung gießt, welches Schauspiel oft noch angenehmer durch die schönen Regenbogenfarben wird, die auf den glänzenden Theilchen während ihrer Bewegung ausgebreitet sind. Grotthuß überzeugte sich, daß diese Bewegungen von der Verdunstung des Alkohols abhängen; denn sie hörten jedesmal auf, wenn das Gefäß bei einer T. von 0° vor das Fenster gesetzt wurde, dagegen die Wirbel von Neuem mit reißender Schnelligkeit begannen, so wie es einem mäßig geheizten Ofen genähert ward.

Aus den Auflösungen des Zinns, Bleys, Wismuths und Platins schlägt der Phosphoralkohol das Metall im Oxydzustande, mit Phosphor blos gemengt, nieder.

Von den einzelnen Metallphosphoriden *).

205. Natroniumphosphorid, in unbestimmten Verhältnissen gebildet. — Kaustisch, glanzlos, kastanienbraun, leicht zu pulvern; wird durch Srst. und atm. Luft in hoher T. in phosphorsaures Natron umgewandelt; zersetzt das Wasser bei der gewöhnlichen T. und giebt damit ein Protoxyd, welches sich auflöst und Phosphorwasserstoffgas, welches sich entzündet. Es ist leicht durch das erste Verfahren (204) zu erhalten.

206. Kaliumphosphorid, — stimmt in seinen Eigenschaften mit dem Natroniumphosphorid überein.

206 †. Das Baryumphosphorid wird erhalten, wenn man auf Baryt, der in einem langhalsigen Kolben glüht, nach und nach Stückchen trocknen Phosphors wirft; es bildet sich phosphorsaure Baryterde und Baryumphosphorid; die Masse schmilzt und nimmt nach dem Erkalten eine braune Farbe und einen metallischen Glanz an. Zu

---

*) Ueber das Siliciumphosphorid s. 135 †.

starke Hitze zerlegt das Baryumphosphorid wieder, der Phosphor verfliegt und die Baryterde bleibt zurück. (Berzelius).

206 ††. Calciumphosphorid wird am leichtesten erhalten, wenn man auf 39 Theile lebendigen Kalk (Calciumoxyd), der, zur Entfernung des angezogenen Wassers, in einem irdenen, mit einem Kreidestöpsel zu verschließenden, Kolben schon eine Weile stark glühet, nach und nach in Stückchen 1 Gthl. gut getrockneten Phosphors wirft, öfters schüttelt und dann in dem verstopften Kolben erkalten läßt. Das Calciumphosphorid zersetzt das Wasser mit großer Leichtigkeit. Mit Salzs. übergossen, giebt es Phosphorwasserstoff in großer Menge und stellt eine leichte Methode dar, sich große Quantitäten von diesem Gas zu verschaffen. (Scholz und Berzelius Chemie).

207. Manganphosphorid; bereitet aus 15 Grammen verglaster Phosphorsäure, 15 Mangan und 2 Kohlenpulver (204; drittes Verfahren). Glänzend, sehr spröde, von körnigem Gefüge, von weißer Farbe, krystallisirbar, leichtflüssiger als Mangan, unveränderlich an der Luft bei gewöhnlicher T.

Schmilzt man ein Stückchen davon mit dem Löthrohr, so sieht man während das Metall sich oxydirt, Phosphor verbrennen, wodurch unstreitig ein phosphorsaures Mangansalz entsteht (Mémoires de Pelletier). Man könnte bei der Bereitung dieses Phosphorids das Oxyd statt des Metalls anwenden; wahrscheinlich aber würde das Phosphorid dann nicht mit Phosphor gesättigt werden, und sich nicht so rein erhalten lassen, als nach dem zweiten Verfahren (204).

208. Phosphorid, gebildet durch directe Verbindung des Phosphors mit dem Zink (204, erstes Verfahren). — Glänzend, bleyfarbig; läßt sich unter dem Hammer unter Verbreitung eines Phosphorgeruchs etwas abplatten; ist ziemlich eben so schmelzbar, als das Zink, durch eine hohe Temperatur zersetzbar; wegen der geringen V., welche der Phosphor zum Zink zu haben scheint, ziemlich schwer zu erhalten (Mémoires de Pelletier).

Diese geringe V. läßt uns glauben, daß das Zinkphosphorid nicht mit Phosphor gesättigt ist, um so mehr, da es etwas Hämmerbarkeit besitzt.

209. Eisenphosphorid, dargestellt aus 4 Theil. phosphors. Eisen und 1 Theil Ruß (viertes Verf. 204). — Glänzend, bläulichgrau wie das Eisen, sehr spröde (und leicht zerbrechlich); mit körnigem Bruch; vor dem Löthrohr schmelzbar und sich während des Schmelzens mit einer schwarzen Schlacke von phosphors. Eisen überziehend; wirkungslos auf die Magnetnadel; unveränderlich an der Luft; angreifbar, aber blos in der Wärme, durch rauchende Salpeters.

und durch Salpetersalzs. oder Königswasser; durch Kohle zersetzbar. Denn nimmt man zur Bereitung des Eisenphosphorids neben dem phosphorsauren Eisen Ueberschuß von Kohle, so erhält man ein Gemeng von Eisen-Phosphorid und Carbonid, die sich jedoch mittelst Salzs. leicht von einander trennen lassen. Die Salzs. löst nämlich das Carbonid auf, ohne das Phosphorid anzugreifen. (Berzelius, (Ann. de Chim. et de Phys. tome II. p. 233).

Da dieß Phosphorid auf 100 Theile nur 23,19 Phosphor enthält, so ist wahrscheinlich, daß es nicht damit gesättigt ist, und daß die zweite Verfahrungsart (204) zu seiner Bereitungsart vorzuziehen seyn würde.

† Eine geringe Menge Eisenphosphorid, in einer größeren Menge metallischem Eisen aufgelöst, vermindert in der Kälte die Zähigkeit desselben, und verursacht, daß es bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft leicht bricht, obgleich es bei dem Rothglühen dieselbe Geschmeidigkeit wie gutes Eisen besitzt. Alle Eisenerze, die phosphorsaure Kalkerde und besonders ein phosphorsaures Eisenerz enthalten, geben ein phosphorhaltiges Roheisen, welches zwar zu Gußwaaren benutzt werden kann, aber zur Bereitung von Stabeisen untauglich ist. Wenn man ein solches kaltbrüchiges Eisen in Säuren auflöst, so wird der Phosphor zu Phosphorsäure oxydirt, und wenn die freie Säure in der Auflösung entweder mit Eisenoxydul oder mit einem zugesetzten Alkali gesättigt wird, so schlägt sich, nachdem die Auflösung eine Weile der Luft ausgesetzt war, ein weißes Pulver daraus nieder, welches phosphorsaures Eisenoxyd ist. Bergmann, der dieses zuerst entdeckte und fand, daß das weiße Pulver mit Kohle zu einer stahlgrauen, metallischen Masse reducirt werden konnte, sah es für ein eigenes Metall an, welches er Siderum nannte, aber Klaproth zeigte, daß dieses Metall Eisen und Phosphor enthielt, und Scheele bewies, daß das weiße Pulver phosphorsaures Eisenoxyd war.

210. Zinnphosphorid, durch Werfen kleiner Phosphorstücken auf geschmolzenes Zinn erhalten (204, erstes Verf.). — Es läßt sich mit dem Messer schneiden, durch den Hammer abplatten und trennt sich in Blättern; giebt glanzlose Feilspäne wie die des Bleys; hat ein silberweißes Ansehn, ist strengflüssiger als das Zinn und erstarrt beim Erkalten zu einem Korn, welches wie das Antimon an seiner Oberfläche eine farrenkrautähnliche Krystallisation zeigt; bildet in hoher T. bei Zutritt von Sauerstoffgas oder atm. Luft phosphors. Zinn; enthält auf 100 Theile ungefähr 18 Phosphor. (Mémoires de Pelletier). Daß dieß Phosphorid etwas geschmeidig ist, läßt uns glauben, daß es nicht sein Maximum von Phosphor aufgenommen hat.

211. Arsenikphosphorid. — Dieß Phosphorid läßt sich erhalten, indem man entweder gleiche Theile Arsenik und Phosphor in einer kleinen Glasröhre erhitzt, oder indem man unter Wasser in einem Kolben gleiche Theile gepulverten Arsenikdeutoxyds (arseniger Säure) und Phosphor erhitzt. Im ersten Fall bleibt das Phosphorid auf dem Boden der Retorte unter der Gestalt eines schwarzen und glänzenden Rückstands; im zweiten bleibt es unter dem Wasser, und man erhält außer dem Phosphorid noch Phosphorsäure.

Das Arsenikphosphorid ist so leicht veränderlich, daß es nur unter Wasser erhalten werden kann.

212. Molybdän=, Wolfram=, Titanphosphoride. — Man weiß von ihnen blos die Existenz auszusagen. Sie werden durch das dritte Verfahren erhalten (204).

213. Antimonphosphorid, durch Werfen von Phosphor auf geschmolzenes Antimon erhalten (204, erstes Verfahren). — Glänzend, weiß, spröde, mit blättrigem Bruch, der aber zugleich kleine Facetten zeigt, welche kubisch zu seyn scheinen; sehr schmelzbar, durch das Feuer zersetzbar; daher man bei Bereitung dieses Phosphorids den Tiegel sogleich, nachdem man die letzten Antheile Phosphor hineingeworfen, aus dem Ofen zurückziehen muß.

Vor dem Löthrohre brennt dieß Phosphorid mit einer kleinen grünen Flamme und weißen Dämpfen (Mém. de Pelletier).

214. Kobaltphosphorid, erhalten entweder durch Werfen kleiner Phosphorstücken auf Kobalt, der bis zum Rothglühen erhitzt ist (204, erstes Verf.); oder durch Calcinirung eines Gemengs von 8 Theilen Phosphorglas, 8 Kobalt und 1 Kohlenpulver (204, drittes Verf.) — Glänzend, weiß ins blaue ziehend, spröde, schwer krystallisirbar, weit leichtflüssiger, als das Kobalt, in feuchter Luft bei gewöhnlicher T. leicht seinen Metallglanz verlierend, in hoher T. bei Zutritt von Sauerstoffgas oder atm. Luft phosphors. Kobalt bildend. Durch die Flamme des Löthrohrs wird es schnell geschmolzen, der Phosphor und das Metall verbrannt und ein blaues verglastes Kügelchen zurückgelassen. (Mém. de Pelletier).

215. Wismuthphosphorid. — Dieß Phosphorid wird durch eine nicht sehr hohe T. zersetzt; daher man es nur durch das fünfte Verfahren darstellen kann. Da es hiedurch in einem sehr zertheilten Zustande erhalten wird, so erscheint es schwarz; wenn es sich aber, ohne zersetzt zu werden, schmelzen ließe, würde es ohne Zweifel sehr glänzend seyn.

216. Kupferphosphorid, durch Werfen kleiner Phosphorstücke auf bis zum Rothglühen erhitztes Kupfer be-

reitet (204, erſtes Verfahren). — Glänzend, ſpröde, weiß, ſehr hart; durch Calcinirung mit Luftzutritt baſiſches phosphorſ. Kupferdeutoxyd gebend; in 100 Theilen 20 Theile Phosphor enthaltend. (Pelletier).

Dieß Phosphorid iſt nicht mit Phosphor geſättigt; denn das Kupferphosphorid beſteht nach Dulong aus 100 Kupfer und 25,23 Phosphor, und läßt ſich nur durch das zweite Verfahren erhalten (204).]

† Wird das vorhin beſchriebene (unvollkommene) Kupferphosphorid unter einer Decke von geſchmolzenem Glaſe einer fortwährenden Hitze ausgeſetzt, ſo entweichen fünf Sechstheile des aufgenommenen Phosphors und man erhält eine Verbindung, die nicht mehr von der Hitze allein zerſtört wird. — Man erhält auch ein Kupferphosphorid, wenn Kupferſalze mit Phosphorwaſſerſtoffgas niedergeſchlagen werden, aber ſeine Zuſammenſetzung iſt noch nicht bekannt. Durch einen geringen Zuſatz von Phosphor wird das Kupfer ſo hart, daß es zu ſchneidenden Inſtrumenten geſchliffen werden kann und behält dabei ſeine urſprüngliche Farbe. (Berzelius).

217. Nickelphosphorid, erhalten entweder durch Werfen von Phosphorſtücken auf bis zum Rothglühen erhitztes Nickel (204, erſtes Verf.), oder durch Calcinirung eines Gemengs von 8 Theilen verglaſter Phosphorſ., 8 Nickel und 1 Kohlenpulver (204, drittes Verf.). — Glänzend, ſpröde, weiß, leichtflüſſiger, als das Nickel; beim Erkalten nach der Schmelzung zu einem Korn erſtarrend, deſſen Bruch eine Sammlung feiner Prismen zeigt, in hoher T. beim Luftzutritt phosphorſ. Nickel gebend. (Mém. de Pelletier).

218. Bleyphosphorid, durch Werfen von Phosphorſtücken auf ſchmelzendes Bley bereitet (204, erſtes Verfahren). — Glänzend; plattet ſich etwas unter dem Hammer ab und trennt ſich in Blättern; läßt ſich mit dem Meſſer ſchneiden; hat eine ſilberweiße, etwas bläuliche Farbe; iſt leichtflüſſiger, als das Bley; durch eine ſtarke Hitze zerſetzbar; läuft an der Luft bei gewöhnlicher T. ſchnell an; giebt unter Luftzutritt calcinirt phosphorſaures Bley. (Mém. de Pelletier).

Dieß Phosphorid iſt wahrſcheinlich nicht mit Phosphor geſättigt.

219. Queckſilberphosphorid. — Von geringer Conſiſtenz, in kochendem Waſſer ſich erweichend, durch eine T. etwas über 100° zerſetzbar, an der Luft bei der gewöhnlichen T. weiße Dämpfe verbreitend; bei einer mäßigen Hitze unter Zutritt von Sauerſtoffgas oder atm. Luft Phosphorſ. und Queckſilber gebend.

Man erhält es durch Erhitzen gleicher Theile von Phosphor und Queckſilberdeutoxyd (Pelletier) unter Waſſer: außer dem Phos-

phorid bildet sich hiebei Phosphorſ.; vielleicht würde es sich leichter durch das letzte Verfahren erhalten lassen. Man erinnere sich jedoch, daß nach Thomſon's Bemerkung seine Existenz noch zweifelhaft ist.

220. Silberphosphorid, bereitet durch Werfen von Phosphorstücken auf bis zum Rothglühen erhitztes Silber (204, erstes Verf.). — Weiß, spröde, körnig, leichtflüssiger als Silber, durch eine hohe T. zersetzbar; beim Erkalten, nach Pelletier, Phosphor fahrend lassend (lançant des jets de phosphore), welcher mit Lebhaftigkeit verbrennt; wonach das geschmolzene Phosphorid mehr Phosphor enthalten würde als das feste; besteht aus 88 Silber und 12 Phosphor. (Mém. de Pelletier).

221. Platinphosphorid, erhalten entweder durch Werfen von Phosphorstücken auf bis zum Rothglühen erhitztes Platin (204, erstes Verf.); oder durch Erhitzen eines Gemengs von 8 Theilen Platin, 8 verglaster Phosphorſ. und 1 Kohlenpulver (204, drittes Verfahren). — Sehr spröde, sehr hart, stahlweiß, von körnigem und gedrängtem Gefüge, weit leichtflüssiger als das Platin, durch starke Hitze zum Theil zersetzbar; mit Hülfe der Hitze unter Zutritt von Sauerstoffgas oder atm. Luft sich in Phosphorſ. und reines Platin verwandelnd; in 100 Theilen enthaltend 18 Phosphor. (Mém. de Pelletier).

Nach Edm. Davy giebt es zwei Platinphosphoride:

1) Ein Prophosphorid, durch Erhitzen von Phosphor und Platin in einer luftleeren Röhre darzustellen. Es bildet sich unter der Glühhitze mit viel Lichtentwicklung und enthält auf 100 Platin 21,21 Phosphor.

2) Ein Deutophosphorid, bestehend aus 100 Metall und 42,85 Phosphor. Um es darzustellen, erhitzt man in einer Glasretorte allmälig bis zum Rothglühen ein Gemeng aus 3 Theilen Platinſalmiak und 2 Theilen Phosphor.

Wegen der Leichtigkeit, mit der sich der Phosphor mit dem Platin verbindet, muß man sich hüten, in einem Tiegel aus diesem Metall ein Gemeng aus Phosphorsäure und Kohle oder überhaupt irgends Zusammensetzungen, aus denen Phosphor frei werden könnte, zu erhitzen.

222. Goldphosphorid, erhalten durch Werfen von Phosphorstücken auf bis zum Rothglühen erhitztes Gold. — Glänzend, gelb, spröde, körnig, durch das Feuer zersetzbar; durch Calcinirung unter Luftzutritt Phosphorsäure und metallisches Gold bildend; 4 Procent Phosphor enthaltend. (Mém. von Pelletier).

Dieß Phosphorid ist bei Weitem nicht mit Phosphor gesättigt. Um ein reines Goldphosphorid zu erhalten, muß man es so bereiten, daß man Phosphorwasserstoffgas durch eine Auflösung von salzs. Gold streichen läßt (204, fünftes Verf.); es schlägt sich hiebei als ein Pulver nieder, welches im luftleeren Raum getrocknet werden muß, um nicht zersetzt zu werden. Es ist sehr zertheilt, erscheint schwarz und enthält unstreitig mehr Phosphor, als das vorige.

† Das nach Grotthuß Verfahren (204 †) auf nassem Wege bereitete Goldphosphorid sieht dem Cassiusschen Goldpurpur ziemlich ähnlich; ist jedoch durch eine dunklere Nuance davon verschieden. Setzt man es auf Porzellan der Flamme des Löthrohrs aus, so wird dieses sehr schön vergoldet, wobei sich ein, nach Phosphor riechender, Dunst entbindet.

Von den Metallsulfuriden oder Schwefelmetallen (Sulfures métalliques).

223. Die Metalle der Erden, welche bisher noch nicht reducirt worden sind, und einige andre, die sich schwer erhalten lassen, sind die einzigen, welche bis jetzt noch nicht mit dem Schwefel sind in Verbindung gebracht worden *). Wir schließen daher, daß alle Metalle Sulfuride zu geben vermögen.

224. Geschichtliches. — Die Existenz der Metallsulfuride ist seit undenklichen Zeiten bekannt; denn von jeher hat man ihn als das Vererzende (le minéralisateur) der Metalle angesehen. Die Sulfuride sind deßhalb auch vielfach untersucht worden. In der That haben sich die meisten Chemiker damit beschäftigt; fast alle jedoch nur vereinzelte Beobachtungen darüber angestellt. Blos zweien verdanken wir allgemeine, durch die Erfahrung bewährte, Untersuchungen darüber: Gay-Lussac und Berzelius. (Mèm. d'Arcueil, t. I.; Ann. de Chim. t. LXXVIII. et suiv.).

225. Zusammensetzung. — Unter den Chemikern halten die einen, an deren Spitze Berthollet steht, dafür, daß der Schwefel sich in einer großen Zahl Verhältnissen mit dem nämlichen Metall verbinden kann; andre dagegen, daß es nur eine kleine Zahl möglicher Verbindungen zwischen diesem verbrennlichen Körper und den einzelnen Metallen giebt. Berzelius, vielleicht durch die von Gay-Lussac aufgestellten Ansichten über die Sulfuride, welche durch wechselseitige Zersetzung von Salzen und von Schwefelwasserstoff entstehen,

---

*) Ueber das Siliciumsulphurid (s. 135 †).

und die er als Typus betrachtet (Mém. d'Arcueil, t. I.) geleitet; ist der letztern Meinung gefolgt und hat sie aus einem ganz eigenthümlichen Gesichtspunct dargestellt.

Er hält sich überzeugt, 1) daß ein Metall sich höchstens in eben so viel Verhältnissen mit dem Schwefel, als mit dem Srst. verbindet; 2) daß das Prosulfurid jedes Metalls ganz nahe das doppelte Gewicht von Schwefel als das Protoxyd desselben Metalls von Srst. enthält *), und daß das Nämliche von den Deuto- und Tritosulfuriden in Bezug zu den Deutoxyden und Tritoxyden gilt; 3) daß in den Prosulfuriden, den Deutosulfuriden, den Tritosulfuriden der Schwefel und die Metalle in den nämlichen Verhältnissen zu einander stehen, als in den neutralen schwefelsauren Protoxyden, Deutoxyden, Tritoxyden; daß mithin, wenn man den Schwefel eines Prosulfurids zu Schwefelsäure oxydirt und das Metall zu Protoxyd, ein neutrales schwefelsaures Protoxyd durch ihre Verbindung erhalten wird x). So viel ist gewiß, daß die meisten natürlichen Sulfuride diese Gesetze in der Zusammensetzung befolgen. Allerdings lassen sich mit dem Arsenik, dem Eisen, dem Quecksilber u. s. w. Zusammensetzungen erhalten, welche davon abweichen, und an Zahl die Oxyde der respectiven Metalle weit übertreffen; allein nach Berzelius müssen diese Arten von Zusammensetzungen als Verbindungen zweier Sulfuride nach festen Verhältnissen; oder eines Sulfurids mit einer gewissen Quantität Schwefel oder Metall betrachtet werden.

226. Physische Eigenschaften. — Alle Sulfuride sind fest und geruchlos. Alle, wenigstens alle künstlichen, Sulfuride sind spröde, selbst wenn die Metalle, die in ihre Zusammensetzung eingehen, sehr geschmeidig sind z). Alle sind geschmacklos, außer die der beiden ersten Abschnitte. Die einen, wie das Eisensulfurid, Antimonsulfurid u. s. w. besitzen Metallglanz; andre, wie das Quecksilbersulfurid, nicht. Wenige giebt es, die nicht zu krystallisiren vermöchten. Das spec. Gewicht einer großen Menge derselben, namentlich der in der Natur vorkommenden, ist bekannt; immer steht es dem des Metalls,

---

*) Man erinnere sich, daß das Atomengewicht des Schwefels das Doppelte von dem des Sauerstoffs ist.

1) Da man nun beobachtet, daß das Deutoxyd und das Tritoxyd eines Metalls u. s. w. gewöhnlich auf die nämliche Quantität Metall anderthalbmal so viel, zweimal so viel oder viermal so viel Srst. als das Protoxyd des nämlichen Metalls enthalten; so muß mithin das nämliche Verhältniß der Bestandtheile auch zwischen den Deuto-, Tritosulfuriden u. s. w. Statt finden; d. h. dieselben müssen auf die nämliche Quantität Metall $1\frac{1}{2}$, 2 oder 4 mal so viel Schwefel enthalten, als das Prosulfurid (502).

2) Das natürliche Molybdänsulfurid ist biegsam und das natürliche Silbersulfurid bis zu gewissem Grade hämmerbar,

welches sie enthalten, nach; wofern nicht dieß Metall leichter als der Schwefel ist, wie das Kalium und das Natronium.

226. Chemische Eigenschaften. — Die Sulfuride sind im Allgemeinen leichtflüssiger als ihre Metalle, wenn diese erst über oder nur etwas unter der Rothglühhitze schmelzen; schwerflüssiger dagegen, im entgegengesetzten Falle. Fast immer ist die Differenz zwischen den beiderseitigen Schmelzgraden sehr bedeutend.

Einige sind selbst unter der Rothglühhitze flüchtig, so namentlich die Sulfuride von Quecksilber und Arsenik: unter den nicht flüchtigen sind viele durch die Wärme, wenigstens zum Theil, zersetzbar. In der That, wenn man das Persulfurid eines Metalls einer hinlänglich erhöhten T. aussetzt, entweicht fast immer ein Theil Schwefel daraus; manchmal zersetzt sich das Sulfurid vollständig, und man bemerkt namentlich, daß dieß bei gewissen Sulfuriden der Fall ist, deren Metalle sehr geringe V. zum Srst. besitzen. Diese Zersetzungen erfolgen bald vor, bald nach Schmelzung des Sulfurids, welches von der stärkern oder schwächern V. des Schwefels zum Metall, und der größern oder geringern Cohäsion der Theilchen des Sulfurids abhängt.

Gewöhnlich nimmt man die Schmelzung in einem, mit seinem Deckel versehenen, Hessischen Tiegel vor: nur wenn das Sulfurid durch die Luft leicht veränderlich ist, würde man sie besser in einem geschlossenen Gefäße, z. B. einer gläsernen oder steingutnen Retorte anstellen. Zur Sublimation und Zersetzung muß man sich vorzugsweise, weder Tiegel noch gläserner Retorten, sondern steingutner Retorten bedienen. Nachdem man das Sulfurid in die Retorte gebracht hat, fügt man an letztre eine weite Röhre; legt sie nach gewöhnlicher Weise durch einen Reverberirofen und erhitzt sie allmälig bis zum Rothglühen, oder, wenn es erforderlich ist, fast bis zum Weißglühen, indem man einen Luftstrom im Ofen mittelst eines Blasebalgs erregt, dessen Rohr sich zu diesem Zweck in das Aschenloch begeben muß.

228. Die Sulfuride sind in der Kälte auf recht trocknes Sauerstoffgas ganz ohne Wirkung; diejenigen aber, deren Metalle leicht oxydirbar sind, werden von feuchtem verändert; sie absorbiren dasselbe sehr langsam und gehen allmälig in den Zustand schwefeligsaurer oder schwefelsaurer Salze über. Hinsichtlich dieser Erscheinung gilt für die Sulfuride der Metalle aus den vier letzten Abschnitten dieselbe Erklärung als hinsichtlich der Oxydation der Metalle durch feuchtes Sauerstoffgas (132). Die Temperatur des Gas bleibt nicht immer die nämliche; beim Sinken derselben schlägt sich ein Theil des darin enthaltenen Wasserdunstes nieder; dieß Wasser giebt den Srst., den es aufgelöst hält, an den Schwefel und an das Metall ab und begünstigt ihre Verbindung durch das Streben, welches es besitzt, sich mit dem

schwefelsauren Salz, dessen Bildung bevorsteht, zu vereinigen (Beispiel disponirender Verwandtschaft). Verwickelter wird die Erscheinung, wenn das Sulfurid dem zweiten Abschnitt angehört: dann wird der Wasserdunst zersetzt und das Sulfurid geht erst in den Zustand eines Hydrosulfurids (schwefelwasserstoffsauren Salzes) (230 bis) über. Dieß Hydrosulfurid ist es dann, welches sich des Sauerstoffs bemächtigt und damit ein schwefeligsaures oder schwefelsaures Salz und außerdem so viel Wasser, als sich anfangs zersetzt hatte, giebt [1]).

Alle Sulfuride absorbiren das Sauerstoffgas in der Hitze: wobei jedoch nicht immer die nämlichen Arten von Producten entstehen: dieselben fallen verschieden aus nach Beschaffenheit des Hitzegrads und des Metalls im Sulfuride.

Die Sulfuride des zweiten Abschnitts und das des Magnesiums werden immer in schwefelsaure Salze verwandelt; nicht so die andern. In hoher T. zersetzen sie sich auf solche Art, daß der Schwefel in schwefeligs. Gas verwandelt wird, welches entweicht, und daß das Metall frei wird oder sich oxydirt. Frei wird es, wenn es den beiden letzten Abschnitten angehört; im Gegenfall oxydirt es sich. Zum Verständniß dieser Resultate ist anzumerken, daß die Schwefelsäure nicht gut anders als in Verbindung mit einem andern Körper zu bestehen vermag, daher sie, so wie sie frei wird, sich in Sauerstoffgas und in schwefeligsaures Gas verwandelt: nun haben nur die Oxyde von Kalium, Natronium, Baryum, Lithium, Strontium, Calcium und Magnesium die Eigenschaft, die Schwefelsäure so stark zurückzuhalten, um sie in einer starken Hitze nicht fahren zu lassen. Es ergiebt sich sonach, daß wohl die Sulfuride von letztern Metallen in hoher T. durch Aufnahme von Srst. in schwefelsaure Salze werden übergehen können, nicht aber die der andern Metalle, weil ihre schwefelsauren Salze hiebei zersetzt werden würden.

Was aber würde geschehen, wenn die T., anstatt sehr hoch zu seyn, blos bis zum Braunroth gesteigert würde? Die meisten der Sulfuride, welche die letztangegebene Art der Zersetzung erfahren, würden dann, gleich dem Kalium- und Natroniumsulfurid, in schwefelsaure Salze verändert werden; jedoch fast immer noch unter Ent-

---

1) Freilich bietet diese Theorie eine Art Widerspruch dar; indem nämlich darin angenommen wird, daß das Wasser sich erst zersetzt und dann wieder zusammensetzt. Weit einfacher würde die Erklärung werden, wenn man annehmen könnte, daß der Srst. sich direct mit dem Sulfurid verbindet, wie dieß bei den Metallen der vier letzten Abschnitte angenommen wird. Dann aber müßten die Sulfuride des Kaliums, Natroniums u. s. w. sich in Wasser auflösen können, ohne es zu zersetzen, was nicht Statt zu finden scheint.

wicklung von schwefels. Gas [1]). Gewissermaßen (pour ainsi dire) nur die Sulfuride der beiden letzten Abschnitte würden sich wie vorhin verhalten. Da ihre Metalle sich nicht verbrennen ließen, so könnte nur schwefligs. Gas entstehen. Die Richtigkeit dieser Ergebnisse läßt sich leicht nachweisen. Alle Versuche, zu welchen keine Rothglühhitze erforderlich ist, werden in einer kleinen krummen Glocke angestellt. Man füllt dieselbe mit Queckſilber; läßt eine gewisse Quantität Srstgas hineintreten, bringt mittelst einer kleinen Zange, deren Schenkel sich löffelförmig endigen, gepulvertes Sulfurid bis in ihren krummen Theil und erhitzt sie mit der Lampe. Nur im Fall, wo man der Rothglühhitze benöthigt ist, wendet man eine Porzellanröhre an; man legt dieselbe durch einen Ofen; thut das Sulfurid gepulvert hinein, fügt an das eine ihrer Enden eine Blase voll Srstgas, an das andre eine gebogene Gasentbindungsröhre, erhitzt das Rohr, dreht den Hahn der Blase und drückt sie mäßig zusammen, um das Srstgas allmälig mit dem Sulfurid in Berührung zu bringen. (Taf. XV. Fig. 4)

230. Die atm. Luft äußert die nämliche, nur schwächere, Wirkung als das Srstgas auf die Metallsulfuride. So calcinire man ein Sulfurid in einem Röstscherben. Ist das Metall des Sulfurids z. B. Kalium, so wird man schwefels. Kali erhalten, welches immer die T. seyn mag; schwefligs. Gas und reguliniſches Metall, wenn das Metall Silber ist, ebenfalls in jeder T.; schwefligs. Gas und Oxyd, wenn das Metall Eisen und die T. sehr hoch ist; endlich schwefligs. Gas und schwefels. Eisen, wenn in letzterm Falle die T. unter dem Kirschrothglühen ist. Auf diesem Verhalten der Sulfuride mit der atm. L. beruhen mehrere technische Verfahrungsarten, so die Bereitung von Zink-, Eisen- und Kupfervitriol (schwefelsaure Salze von Zink, Eisen, Kupfer).

Bisher ist von der Wirkung der Sulfuride auf die verbrennlichen Körper noch nicht ausführlich gesprochen worden. Es scheint aber daß im Allgemeinen das Chlor mit den meisten derselben eine gewisse Quantität Chlorschwefel bildet; daß die Kohle in einer hohen T. mehrere Sulfuride unter Bildung von Schwefelkohlenstoff zersetzt, und daß diejenigen Metalle, welche die stärkere V. zum Srst. besitzen, den andern den Schwefel entziehen. So viel ist gewiß, daß das Eisen ihn fast allen Metallen der vier letzten Abschnitte entzieht; und man ge-

---

1) Es ist leicht erklärlich, warum die meisten Sulfuride von Metallen, welche auf einer mittlern Stufe der Oxydirbarkeit stehen, sich in der braunrothen Glühhitze in schwefligs. Gas und in schwefelsaures Salz verwandelt. Der Srst. nämlich verbindet sich zuerst mit einem Theil des Schwefels dieser Sulfuride, ohne sich zugleich mit dem Metall zu verbinden; nur erst, wenn dieß sehr überwiegend geworden ist, oxydirt es sich.

winnt selbst durch Behandlung des Bleysulfurids mit Roheisen den größten Theil des, im Handel vorkommenden, Bleys. Auch wird in einigen Hüttenwerken das Queckſilber auf diesem Wege aus seinem Sulfurid abgeschieden; so wie sich ebenfalls das Antimon dadurch aus seinem Sulfurid gewinnen läßt.

230 bis. Wenn ein Metall das Wasser bei der gewöhnlichen T. zu zersetzen vermag, so kommt diese Eigenschaft auch seinem Sulfurid bei der nämlichen T zu. Wenigstens beobachtet man dieß bei den Sulfuriden von Kalium und Natronium. Kaum in Berührung mit Wasser gebracht, geben sie Hydrosulfurid von Kaliumprotoxyd (schwefelwasserstoffsaures Kali), welches sich auflöst; woraus folgt, daß der Srst. des zersetzten Wassers sich mit dem Kalium und sein Wasserstoff mit dem Schwefel verbindet. Deßhalb schmecken diese Arten Sulfuride scharf und nach faulen Eiern, während die andern, welche das Wasser in der Kälte nicht zersetzen und sich nicht darin auflösen, geschmacklos sind.

† Ein Schwefelmetall kann sich auch zuweilen mit dem Oxyd des nämlichen Metalls verbinden. Man kannte schon lange eine solche Verbindung von Antimonoxyd mit Schwefelantimon. Arfwedson hat aber neuerdings mehrere derselben entdeckt und gezeigt, daß diese Verbindungen am leichtesten entstehen, wenn man schwefelsaure Metallsalze in einer Röhre glüht, durch welche man Wasserstoffgas streichen läßt. Es werden Wasser und schwefliche Säure entbunden, und in der neuen Verbindung befindet sich das Metall zwischen dem Srst. und dem Schwefel gleich vertheilt. Arfwedson nennt diese Verbindungen Oxysulphureta, Oxysulfuride. Solche Verbindungen hat Arfwedson bei dem Mangan, dem Zinn und dem Kobalt entdeckt. Vermuthlich lassen sie sich bei den meisten Metallen darstellen, obgleich die Darstellungsmethoden sehr verschieden und von einander abweichend seyn können. (Berzelius).

231. Natürliches Vorkommen. — Nicht alle Sulfuride kommen in der Natur vor. Mit Ausnahme von dreizehn, sind die andern künstlich. Diese dreizehn sind die Sulfuride von Zink, Eisen, Mangan, Zinn, Arsenik, Molybdän, Antimon, Wismuth, Kupfer, Bley, Queckſilber, Silber, Kobalt.

Einige dieser Sulfuride sind selten, so die von Zinn, Mangan, Kobalt; alle andern weit häufiger; manche selbst, wie das Eisensulfurid, sehr gemein. Sie gehören fast alle den Urgebirgen oder Uebergangsgebirgen oder den untern Theilen der Flötzgebirge an, und bilden meist Lager (amas) und Gänge darin.

232. Zubereitung. — Man bereitet die Sulfuride entweder durch directe Verbindung des Schwefels mit den Metallen, oder durch Behandlung der Oxyde mit Schwefel in der Hitze, oder durch Zer-

setzung der schwefelsauren Salze mit Kohle, oder dadurch, daß man einen Strom Schwefelwasserstoffgas durch ein Salz streichen läßt, welches aus einer S. und dem Oxyde des, mit dem Schwefel zu verbindenden, Metalls besteht; oder endlich, indem man dieß Salz durch das Hydrosulfurid (schwefelwasserstoffsaure Salz) von Kalium- oder Natroniumprotoxyd oder von Ammoniak streichen läßt.

Erstes Verfahren. — Wenn das Metall sehr leichtflüssig ist, und einem der vier letzten Abschnitte angehört, so mengt man es in gehöriger Quantität mit Schwefel; schüttet das Gemeng in einen Tiegel, deckt auf diesen einen Deckel, stellt ihn in einen Ofen auf eine Platte (tourte) und erhitzt ihn mehr oder minder stark. Der Schwefel und das Metall werden bald durch Zusammenschmelzen die verlangte Zusammensetzung geben.

Ist aber das Metall schwerflüssig, so thut man besser, erst den Tiegel im Feuer zum Rothglühen zu bringen, einen Theil vom Gemeng hineinzuwerfen, und dann einer hinlänglich hohen T. auszusetzen, wobei man den Ofen mit einer Kuppel (réverbère) bedeckt. Wäre das Metall nicht hinreichend geschwefelt, so hätte man noch eine neue Quantität Schwefel hinzuzuwerfen. Nach Dulong indeß ist die sicherste Methode, wenn sich das Metall ohne zu schmelzen bis zum Rothglühen erhitzen läßt, dasselbe in einer Röhre zu erhitzen und Schwefeldampf allmälig darüber streichen zu lassen, wie dasselbe Verfahren auch zur Bereitung der Metallphosphoride angegeben wurde (204, zweites Verfahren).

Mit den Metallen der beiden ersten Abschnitte würde wegen ihrer zu großen V. zum Srst. der Schwefel sich auf keine Weise in einem Tiegel verbinden lassen. Man hat deßhalb mit diesen die Operation über Queckſilber in einer kleinen krummen, mit Stickgas oder Wasserstoffgas gefüllten, Glasglocke vorzunehmen. Auf solche Art lassen sich die Sulfuride des Natroniums und Kaliums leicht bereiten (234 und 234 bis).

Die directe Verbindung der Metalle mit Schwefel hat immer Wärmeerzeugung zum Begleiter; manchmal selbst steigt die Hitze dabei bis zu dem Grade, daß die Sulfuride glühend werden; was als Zeichen einer starken V. gelten muß. Dieß Verhalten bieten uns z. B. die Sulfuride von Kalium, Natronium, Kupfer, Bley und Wismuth dar.

Zweites Verfahren. — Man macht ein inniges Gemeng aus Schwefel und dem Oxyd des zu schwefelnden Metalls. Die Quantität des Schwefels muß um so größer seyn, je mehr das Oxyd Srst. enthält, und je höher die Schwefelungsstufe des Metalls ausfallen soll. Das Gemeng wird in einen Tiegel gethan, dieser zugedeckt, gehörig

erhitzt u. s. w. Jedenfalls verbinden sich die beiden Bestandtheile des Oxyds mit dem Schwefel und bilden ein festes Sulfurid und schwefligsaures Gas, welches mit dem Ueberschuß des angewandten Schwefels entweicht. Auf diese Art lassen sich alle Metalle mit dem Schwefel in Verbindung bringen, ausgenommen 1) die des ersten Abschnitts, deren Oxyde durch den Schwefel nicht reducirt oder zersetzt zu werden vermögen; 2) die des zweiten Abschnitts, deren Oxyde schwefeligsaure Salze geben, welche mit den Sulfuriden gemengt bleiben; 3) einige andre, wie das Gold, welche den Schwefel bei einer hohen T. fahren lassen.

Drittes Verfahren. — Da die neutralen schwefelsauren Salze nichts anders als Sulfuride plus Srst. sind, so werden sie sich natürlich durch Desoxydation in vielen Fällen in Sulfuride verwandeln lassen können. Nun ist der Kohlenstoff fähig, in einer hohen T. alle schwefelsauren Salze der fünf letzten Abschnitte leicht zu zersetzen: mengt man mithin ein solches mit einer gehörigen Quantität Ruß, bringt das Gemeng in einen Tiegel, deckt es mit gewöhnlicher Kohle zu und erhitzt es stark, so wird kohlensaures Gas entweichen und ein Sulfurid zurückbleiben, wofern nicht das Metall unfähig ist, bei der angewandten T. den Schwefel zurückzuhalten, wie das Gold u. s. w. Das gebildete Sulfurid wird fast immer zum Korn fließen. In dieser Zersetzungsart besteht das dritte Verfahren. Dasselbe hat jedoch auch seine Nachtheile. Es ist schwer, die Quantität des Kohlenstoffs so zu treffen, daß nichts davon im Product zurückbleibt, oder daß dieses nichts vrn noch unzersetztem Sulfat enthält. Daher die Abänderungen dieses Verfahrens, welche Berthier in einer vortrefflichen Abhandlung über die Sulfuride angegeben hat. Ihm gelang es, die Sulfuride rein durch Erhitzung der Sulfate in Kohlentiegeln zu erhalten. „Nachdem man das Sulfat, zerrieben oder nicht zerrieben, in den Tiegel gebracht hat, füllt man diesen mit dem Kohlenteige (brasque, Teig aus Kohle und aufgeweichtem Thon), den man stark eindrückt, und verschließt ihn mit einem Deckel, den man mit Thon verklebt, damit die Kohle nicht verbrennen kann, u. s. w. Diese Methode gründet sich auf die Eigenschaft der schwefelsauren Salze, durch Cementirung, wie die meisten Oxyde, reducirt zu werden, wenn man sie hinlängliche Zeit bei einer gehörigen T. mit Kohle in Berührung erhält. Alle Sulfate sind bei der bloßen Weißglühhitze reducirbar; aber die Reduction erfolgt um so schneller, je höher die T. ist. Wenn das Sulfurid bei der T., bei welcher man operirt, schmelzbar ist, so läuft es bei seiner Entstehung zu Kügelchen zusammen, und da die Sulfuride ein weit größeres spec. Gewicht besitzen, als die Sulfate, von denen sie herrühren, so fließen diese Kügelchen bald

auf den Boden des Tiegels. Da solchergestalt der Kohlenbeschlag immer in unmittelbarer Berührung mit dem Sulfat bleibt, so erfolgt die Zersetzung sehr schnell: auch kann man auf solche Art in einigen Stunden damit zu Stande kommen, selbst wenn man mit mehrern 100 Grammen operirt. Ist dagegen das Sulfurid unschmelzbar, so bleibt es zwischen dem Kohlenbeschlag und dem Sulfat zurück, und die Reduction erfolgt in diesem Fall langsam, weil sie nur in so fern Statt haben kann, als sie sich durch die Kruste schon gebildeten Sulfurids von der Oberfläche zur Mitte der Masse fortpflanzt, und sie wird um so längere Zeit erfordern, je beträchtlicher diese Massen sind. Ich habe durch Versuche gefunden, daß in diesem Fall, wenn man mit 25 bis 30 Grammen Sulfat operirt, die Reduction erst nach Verlauf von ungefähr zwei Stunden vollständig ist."

Viertes Verfahren. — Zum Verständniß dieses Verfahrens ist zuvor erforderlich, die Wirkung kennen zu lehren, welche der Schwefelwasserstoff auf die Oxyde äußert, deren V. zum Srst. nicht sehr groß ist. Wenn der Schwefelwasserstoff und ein solches Oxyd zusammengebracht werden, so entsteht Wasser und ein Metallsulfurid. Das Oxyd wird also reducirt, der Schwefelwasserstoff zersetzt, und man beobachtet, daß, je mehr das Oxyd Srst. enthält, um so größer der Schwefelgehalt des gebildeten Sulfurids ist. Unstreitig würden sich die Metallsulfuride auf diese Art bereiten lassen; allein man könnte nicht sicher seyn, daß nicht ein Theil des Metalloxyds unzersetzt bliebe und sich mit dem Sulfurid mengte. Deßhalb ist vorzuziehen, das Oxyd in einer Säure aufzulösen und zu verfahren, wie folgt:

Man nimmt ein Salz, bestehend aus einer Säure und aus dem Oxyd des zu schwefelnden Metalls. Dieß Salz muß die Eigenschaft haben, sich in Wasser aufzulösen. Man bringt die wäßrige Auflösung desselben in eine gewöhnliche Flasche und läßt eine Röhre hineintauchen, welche an ein andres Gefäß gefügt ist, aus welchem sich Schwefelwasserstoffgas entbindet. Dieß Gas zersetzt das Oxyd, wie oben angegeben; es bildet sich Wasser und Metallsulfurid, welches in Flocken niederfällt, während die freigewordene Säure des Salzes in der Flüssigkeit bleibt. Wenn der Niederschlag gehörig erfolgt ist, zieht man die Flüssigkeit durch einen Heber ab, bringt destillirtes Wasser auf den Niederschlag, und wiederholt dieß so oft, bis das Sulfurid gut ausgewaschen ist; darauf sammelt man es auf einem Filtrum, um es austropfen zu lassen, trocknet es in einem Trockenbehältniß (étuve) und verwahrt es in einer gut verstopften Flasche auf. Durch dieß Verfahren lassen sich alle Sulfuride erhalten, ausgenommen die der beiden ersten Abschnitte, die von Mangan, Zink, Eisen, Zinn, Antimon und einer kleinen Zahl andrer.

Fünftes Verfahren. — Dieß Verfahren unterscheidet sich vom vorigen nur darin, daß man den Schwefelwasserstoff, anstatt ihn in Gasform durch die Auflösung des Metallsalzes streichen zu lassen, an Natron, Kali oder Ammoniak gebunden, d. i. als Hydrosulfurid (schwefelwasserstoffsaures Salz) zusetzt (1102). Man nimmt ein solches Hydrosulfurid in Wasser aufgelöst, und gießt so viel davon in die Auflösung des Metallsalzes, bis ein leichter Ueberschuß davon vorhanden ist. Sogleich schlägt sich das Sulfurid in Flocken nieder. Man wäscht und sammelt es, wie beim vorigen Verfahren. Außer dem Sulfurid bildet sich Wasser und ein Salz, herrührend von Verbindung der Säure der Auflösung mit dem Alkali des Hydrosulfurids.

Nutzen. — Die Sulfuride, welche man zu technischen Zwecken benutzt, sind das Sulfurid von Arsenik, von Antimon, von Silber, von Kupfer, von Zinn, von Eisen, von Quecksilber, von Bley, von Zink (S. die einzelnen Sulfuride).

Von den einzelnen Sulfuriden.

233. In der vorstehenden allgemeinen Beschreibung der Sulfuride ist bis zu gewissem Grade schon die aller einzelnen enthalten. Wir werden deßhalb nur die Hauptpuncte über dieselben noch besonders betrachten. Prosulfuride werden wir diejenigen nennen, welche der ersten Oxidationsstufe entsprechen, Deutosulfuride die, welche der zweiten Oxydationsstufe entsprechen u. s. w.; schlechthin Sulfuride endlich solche, welche keinem Oxydationsgrade entsprechen oder die noch nicht analysirt worden sind.

Sulfurid von Baryum, Strontium und Calcium.

233 bis. Das einzige Mittel, diese Sulfuride rein zu erhalten, ist, ihre Sulfate nach Berthier's Methode zu zersetzen (3tes Verf.).

Baryumsulfurid. 20 Grammen ganz trocknen schwefelsauren Baryts in einem Kohlentiegel erhitzt, bei der T. von 150° Pyrom., gaben Berthier 14,4 Grammen Sulfurid und mithin einen Verlust von 5,6, äquivalent der, im Sulfat enthaltenen, Sauerstoffmenge. Dieß Sulfurid war weiß, an einigen Stellen grau nuancirt, schwach zusammengebacken (agglomeré), zwischen den Fingern zerbröckelnd, von krystallinisch-körnigem Gefüge (grenu, à grains crystallins). Es wurde von der Luft nur schwierig, unter Mitwirkung von Hitze, angegriffen, was unstreitig theils von der Cohäsion des Products,

theils von der des wiederentstehenden Sulfats herrührt, welches durch Ueberziehen der innern Theile ihre Verbrennung hinderte. Selbst chlorsaures Kali bewirkte seine Verbrennung nur unvollständig. Blos durch das salpetersaure Kali wurde es ganz in Sulfat verwandelt, wofern nur die T. sehr hoch war. Es löste sich gut in Wasser auf und gab damit eine farblose Flüssigkeit, aus welcher Salzs. viel Schwefelwasserstoffgas entband, ohne sie zu trüben, welches der Charakter der reinen Hydrosulfuride ist. Uebrigens haben wir allen Grund zu glauben, daß es, der feuchten Luft ausgesetzt, sich auf die oben angezeigte Weise verhalten würde.

† Wenn man eisen- und manganfreies Schwerspathpulver (schwefels. Baryt) mit Traganthschleim anmacht, daraus Platten formt und diese nach dem Trocknen zwischen Kohlen ausglühet, so erhält man den blaßröthlichgelben Bologneser Leuchtstein, Phosphorus bononiensis, von einem Schuster in Bologna entdeckt, welcher keine überflüssige Kohle, aber nebst dem Baryumsulfuride auch etwas unzersetzten schwefelsauren Baryt enthält, und die Eigenschaft besitzt, dem directen Sonnenlichte ausgesetzt, dieses einzusaugen und es dann im Finstern als einen bläulichen Schein wieder von sich zu geben. Wird dieses Präparat nicht in gut schließenden Flaschen verwahrt, so verwandelt sich das Baryumsulfurid auch in schwefelsauren Baryt und die phosphorescirende Eigenschaft geht verloren (Scholz Chemie).

Strontiumsulfurid. Aus 20 Grammen reinem und trocknem künstlichem schwefelsaurem Strontian, in einem Kohlentiegel bei der T. von 150° Pyr. erhitzt, hat Berthier 12,80 Grammen Prosulfurid als eine weiße, körnige, agglomerirte, aber zerreibliche Masse erhalten. † Das Strontiumprosulfurid leuchtet, wenn es dem Tageslichte ausgesetzt war und ins Dunkle gebracht wird, mit einem röthlichen Schein. Wenn man Strontianhydrat mit Schwefel und Wasser kocht, und die mit Schwefel noch nicht völlig gesättigte Auflösung erkalten läßt, so setzen sich daraus, nach Gay-Lussac gelbe, prismatische Krystalle ab, welche das Strontiumdeutosulfurid sind. (Berzelius).

Calcium(pro)sulfurid. 20 Grammen wasserheller schwefelsaurer Kalk (Gyps) gaben 10,76 Grammen eines vollkommen reinen, weißen und undurchsichtigen Sulfurids, welches keinen Anfang von Schmelzung erlitten hatte und die Gestalt der angewandten Gypsstücken beibehielt. Es verhielt sich gegen Wasser, Luft und Säuren wie das Baryumsulfurid. Dasselbe läßt sich nach der Analogie vom Strontiumsulfurid erwarten.

† Nach Dumenil (Schw. Journ. X. N. R. H. 3. S. 341.) lösen sich in 1000 Th. Wasser 105 Theile, in 1000 Alkohol 71 Th.

Calciumsulfurid auf. Die Aufl. in Wasser ist farblos, schmeckt hepatisch und zugleich alkalisch. Im luftleeren Raum abgedampft läßt sie das Calciumsulfurid in weißen Krystallen auf den Wänden des Gefäßes zurück. (Berzelius Chem.)

† Schichtet man gut gereinigte und durch eine halbe Stunde gebrannte Austerschaalen in einem Tiegel mit Schwefel so, daß die innere Seite der Schalen nach unten gekehrt ist und giebt eine Stunde lang heftige Glühhitze, so erhält man das Schwefelsulfurid als Cantonschen Phosphor, der sich wie der Bolognefer Phosphor verhält.

† Das bisher betrachtete Calciumsulfurid ist als die erste Schwefelungsstufe anzusehen. Wird kaustischer Kalk mit Schwefel und Wasser gekocht, so setzen sich, wenn die noch nicht mit Schwefel ganz gesättigte Flüssigkeit langsam abgekühlt wird, gelbe Krystalle daraus ab. Diese machen nach Herschels Versuchen das zweite Schwefelcalcium aus. Das Schwefelcalcium ist nach Herschels Analyse, in diesen Krystallen mit 43, 45 Proc. Krystallwasser verbunden, dessen Sauerstoff 3 mal so viel beträgt, als erforderlich wäre, mit dem Calcium Kalk hervorzubringen. Es erfordert 400 Theile Wasser zu einer Auflösung bei + 16°, löst sich aber in weniger kochendheißem Wasser auf. Man bekommt, nach Herschel, eine größere Ausbeute von Krystallen, wenn man die Flüssigkeit in Berührung mit dem Ueberschuß von Kalk- und Schwefel erkalten läßt.

† Wird kaustischer Kalk oder lieber das erste Schwefelcalcium mit Wasser und Schwefel gekocht, so löst es der Schwefel auf, bis das Calcium 5 mal so viel Schwefel als in der ersten Schwefelungsstufe aufgenommen hat. Es stellt dann das Schwefelcalcium im Maximum dar. Wenn man sich des kaustischen Kalks bedient, so enthält die Auflösung außerdem einen Antheil des zweiten Schwefelcalciums nebst unterschweflichtsaurem Kalk. Man bedient sich dieser Auflösung bei den Bleichereien, da sie wohlfeiler als die Pottaschenlauge ist. (Berzelius).

Magnesiumsulfurid. Berthier zufolge scheint es, daß die schwefels. Magnesia, stark in einem Kohlentiegel erhitzt, sich in ein Gemeng von Magnesia und Magnesiumsulfurid verwandelt. Ist aber die Kohle in Ueberschuß und mit dem Sulfat gemengt, und wendet man eine hinreichend hohe T. an, so bildet sich kein Sulfurid mehr; aller Schwefel entweicht, wahrscheinlich im Zustand von Schwefelkohlenstoff und es bleibt nichts als Magnesia zurück.

Kaliumsulfurtde.

234. Prosulfurid, bestehend aus 100 Kalium und 41,06 Schwefel; fest, glanzlos, röthlichgelb, von scharfem Geschmack, der übrigens dem von faulen Eiern ähnlich ist, minder schmelzbar, als seine Bestandtheile; verhält sich zum Srst. und zur atm. L., wie (228, 229 und 230) auseinandergesetzt worden ist, zersetzt das Wasser sofort mit Wärmeentbindung und verwandelt sich in ein Hydrosulfurid von Kali (schwefelwasserstoffs. Kali), welches sich auflöst; kommt nicht in der Natur vor, läßt sich durch das erste Verfahren gewinnen (232).

Zu diesem Zweck füllt man eine kleine krumme Glasglocke mit Quecksilber, und läßt eine gewisse Quantität Stickstgas oder Wsstgas hineinsteigen; bringt alsdann mittelst eines eisernen Stäbchens ein kleines ovales Platinschälchen in den krummen Theil dieser Glocke, und eben so bringt man in dieses Schälchen das Kalium und den Schwefel, welche man mit einander verbinden will; worauf man sie mit der Weingeistlampe erhitzt. So wie das Kalium zu schmelzen beginnt, geht die Verbindung vor sich; es entsteht so starke Hitze, daß das Schälchen glühend wird, und daß die Glocke unfehlbar springen würde, wenn nicht das Schälchen vermöge seines guten Wärmeleitungsvermögens den Wärmestoff auf eine große Anzahl Puncte vertheilte. Die Operation darf nur mit 5 bis 6 Centigrammen Metall vorgenommen werden, auf welche man anderthalb Grammen Schwefel und selbst mehr nehmen kann, indem der Ueberschuß sich verflüchtigt.

Anstatt dieses Verfahrens, welches der hohe Preis des Kaliums theuer macht, wendet man besser das dritte, nach Berthier's Methode, an, indem man das schwefels. Kali in haselnußgroßen Stücken in Kohlentiegeln erhitzt. Man erhält so ein warzenförmiges, krystallinisches, durchscheinendes und schön fleischrothes Sulfurid, welches sich unter lebhafter Wärmeentwicklung in W. auflöst. Diese Wärme ist so bedeutend, daß das Sulfurid sich im Augenblick der Befeuchtung sogleich entzündet, wofern es mit zertheilter Kohle geschwängert ist; eine Bedingung, die sich dadurch leicht erreichen läßt, daß man das Sulfat erst calcinirt, nachdem es innig mit der Hälfte seines Gewichts von diesem verbrennlichen Körper gemengt worden ist.

---

† Kaliumsulfuride nach Berzelius *).

Nach Berzelius kann sich der Schwefel in sieben verschiedenen Verhältnissen mit dem Kalium verbinden; und er unterscheidet hie-

*) S. auch (1093).

nach die verschiednen Schwefelungsstufen des Kaliums durch die Ausdrücke erstes, zweites Schwefelkalium u. s. w. In diesen verschiedenen Sulfuriden verhält sich der Schwefel wie 1, 2, 3, $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{2}$, 5; oder wie 2, 4, 6, 7, 8, 9 und 10. Von den Sulfuriden mit $3\frac{1}{2}$ und $4\frac{1}{2}$ läßt es indeß Berzelius unentschieden, ob sie selbstständige Schwefelungsstufen oder Verbindungen zweier andern Schwefelungsstufen sind.

Alle diese Kaliumsulfuride sind in Wasser auflöslich. Nach der gewöhnlichen Ansicht nimmt man an, daß hiebei das Wasser zersetzt werde und sich dadurch schwefelwasserstoffs. Kali bilde (230 bis). Dann müßte man aber nach Berzelius für die sieben Kaliumsulfuride eben so viel correspondirende Schwefelwasserstoffsäuren annehmen, welche bei der Aufl. in Wasser entständen und sich respectiv mit dem zugleich gebildeten Kali verbänden (siehe, was Thénard hierüber sagt (1093)). Berzelius hält es aber auch aus andern Gründen für wahrscheinlicher, daß sich das Schwefelkalium als solches, und unverändert im Wasser auflöst; indem nach ihm überhaupt die Wasserstoffsäuren sich mit den oxydirten Salzbasen nicht verbinden können, sondern davon zerlegt werden, so daß der Wasserstoff der Säure sich mit dem Srst. der Basis zu W. und das Radical der Säure mit dem Radical der Basis verbindet.

Erstes Schwefelkalium*). Dieses wird erhalten, wenn schwefelsaures Kali in einer gläsernen oder porzellanenen Röhre, durch welche man Wasserstoffgas streichen läßt, gelinde geglüht wird. Es entbindet sich Wasser, das Salz wird erst roth, und fließt dann zu einer schwärzlichen, undurchsichtigen Masse. Wenn kein Wasser mehr gebildet wird, ist sowohl die Säure als das Kali zerlegt, und das Schwefelkalium gebildet. Nach dem Erkalten hat es eine dunkle, zinnoberrothe Farbe, und ist krystallinisch im Bruche. Es ist nicht sehr brennbar. In der Flamme des Löthrohrs glüht es einen Augenblick lebhaft, bedeckt sich aber bald mit einer Haut von schwefelsaurem Kali, und hört auf zu brennen. Man sieht daraus, daß die Selbstentzündlichkeit des Hombergischen Pyrophors nicht, wie man sonst geglaubt hat, dem Schwefelkalium zugeschrieben werden kann. In der Luft zieht es Feuchtigkeit an, und zerfließt zu einer gelblichen Flüssigkeit. In Wasser wird es ohne Farbe aufgelöst. Von den Säuren wird es sowohl in fester, als in flüssiger Form zerlegt, indem Schwefelwasserstoffgas entbunden wird, ohne daß Schwefel dabei überschüssig zurückbleibt. Das Kalium oxydirt sich auf Kosten des Wassers und der Säure, und der dabei freigewordene Wasserstoff sättigt ge-

*) Das Nämliche, welches Thenard beschreibt.

nau den Schwefel. Doch gewinnt man selten dieses Schwefelkalium von einer so vollkommenen Reinheit, daß nicht einige Flocken Schwefel von den Säuren abgeschieden würden, weil bei seiner Bereitung ein Theil des Kalis sich mit dem Glase verbindet, wodurch der Schwefel der entsprechenden Säure sich auf einen andern Theil des Schwefelkaliums wirft und es zu einer höhern Schwefelungsstufe bringt. —

Zweites Schwefelkalium wird erhalten, wenn man gesättigtes schwefelwssts. Kali, in Alkohol aufgelöst, der Luft aussetzt, bis die Flüssigkeit sich an der Oberfläche zu trüben anfängt, und dann die Auflösung in luftleerem Raum zur Trockne abdampft. Es schmilzt leicht und ist nach dem Gestehen orangefarben, aber nicht krystallinisch. Diese Verbindung entsteht, indem der Wasserstoff der Schwefelwasserstoffsäure sich auf Kosten der Luft oxydirt. Man nimmt eine geistige Auflösung, weil sie sich trübt, wenn der Schwefel sich zu säuren anfängt, was man in der wässerigen nicht bemerken kann. In diesem Schwefelkalium ist das Kalium mit doppelt so viel Schwefel verbunden, als in dem vorhergehenden, und wenn es oxydirt wird, entsteht daraus saures schwefelsaures Kali.

Drittes Schwefelkalium wird erhalten, wenn 100 Theile gewöhnliches wasserfreies kohlensaures Kali mit 58,22 Theilen Schwefel, oder weniger, in einem gläsernen Gefäße bei anfangender Rothglühhitze so lange geschmolzen werden, bis alles Kochen durch das Austreiben des kohlensauren Gases aufgehört hat, und die Masse nun ruhig fließt. Dabei verbindet sich $\frac{1}{10}$ des angewandten Schwefels mit dem Sauerstoff von $\frac{3}{4}$ des angewandten Kali's zu Schwefelsäure, welche genau hinlänglich ist, das rückständige $\frac{1}{4}$ des Kalis zu sättigen. Daher wird immer, wenn Schwefelleber durch Schmelzen mit Kali auf trockenem Wege hervorgebracht wird, $\frac{3}{4}$ des angewandten Kalis in Schwefelkalium verwandelt. Diese Verbindung ist während des Schmelzens schwarz und undurchsichtig, wird aber während des Erkaltens leberfarbig und der gewöhnlichen Schwefelleber vollkommen ähnlich. Setzt man dem kohlensauren Kali weniger als 58 Theile Schwefel zu, so bleibt ein Theil von jenem unzerlegt und mischt sich während des Schmelzens vollkommen mit dem Schwefelkalium, so daß sich dieses sowohl mit kohlensaurem als mit schwefelsaurem Kali zusammenschmelzen läßt. Erhitzt man die Mischung von diesem Schwefelkalium mit kohlensaurem Kali bis zum Weißglühen, so geräth sie wiederum ins Kochen; es entwickelt sich kohlensaures Gas und der Schwefel verbindet sich mit dem Kali, indem die vorhergehende niedrigere Schwefelungsstufe hervorgebracht wird. Dabei ist aber zu bemerken, daß gleichzeitig das Glas vom Kali angegriffen wird, und wenn man den Versuch in metallenen Gefäßen anstellen sollte, so

würde sich das Metall auf Kosten des Schwefelkaliums mit Schwefel verbinden, wodurch das zweite Schwefelkalium auf diese Weise nie rein erhalten werden kann. — Das dritte Schwefelkalium wird auch erhalten, wenn Schwefelkohlenstoff in Dampfgestalt über glühendes kohlensaures Kali geleitet wird. Im dritten Schwefelkalium ist das Kalium mit dreimal so viel Schwefel wie im ersten verbunden, und es ist mit dem Peroxyd des Kalium in der Zusammensetzung proportional.

Viertes Schwefelkalium. Dieses wird gewonnen, indem man über glühendes schwefelsaures Kali einen Strom von Schwefelwasserstoffgas leitet, so lange als noch etwas Wasser durch die gegenseitige Wirkung des Gases und des Salzes gebildet wird. Das Schwefelkalium wird nach dem Erkalten durchsichtig, von einer sehr angenehmen weinrothen Farbe. Es enthält $3\frac{1}{2}$ mal so viel Schwefel wie das erste. Während seiner Bildung wird immer Schwefel zugleich mit dem Wasser abgesetzt, was nach beendigter Zersetzung des Salzes aufhört. Es ist daher klar, daß diese Verbindung eine bestimmte sein muß, weil sonst aller Schwefel des zersetzten Gases sich wohl mit dem Kalium verbinden würde. Ob dieses Schwefelkalium aber eine selbstständige Schwefelungsstufe sey, oder eine Verbiudung von zwei verschiedenen z. B. vom ersten und fünften, in einem solchen Verhältniß, daß dieses 10 mal so viel Schwefel als jenes enthält, muß dahin gestellt bleiben.

Fünftes Schwefelkalium. Dieses wird erhalten, indem man Dämpfe von Schwefelkohlenstoff über glühendes schwefelsaures Kali so lange leitet, bis kein kohlensaures Gas mehr dadurch gebildet wird. Es wird auch erhalten, wenn man kohlensaures Kali mit überschüssigem Schwefel zusammenschmilzt, und, nach Verjagen des Ueberschusses des letzteren, Schwefelwasserstoffgas über die noch glühende Schwefelleber leitet, bis alles damit gemischte schwefelsaure Kali vom Gase zerlegt worden ist. Dieses Schwefelkalium gleicht im Aeußeren der gewöhnlichen Schwefelleber, und enthält viermal so viel Schwefel als das erste.

Sechstes Schwefelkalium. Es wird erhalten, wenn das fünfte mit mehr Schwefel vermischt, in einem Strome von Schwefelwasserstoffgas gelinde geglüht wird, so lang als noch etwas Schwefel davon abdestillirt. Es enthält $4\frac{1}{2}$ mal so viel Schwefel als das erste. Uebrigens gilt davon, was schon vom vierten gesagt ist, daß es eine Verbindung von zwei Schwefelungsstufen seyn kann.

Siebentes Schwefelkalium*) (Schwefelleber, hepar sul-

---

*) Nach Thenard sulfure hydrogéné de potasse, weil er es als eine Ver-

furis) wird erhalten, indem man 100 Theile basisches kohlensaures Kali mit wenigstens 94 Theilen Schwefel zusammenschmilzt. Die Verbindung braucht nur die Hitze des schmelzenden Schwefels. Die Entbindung des kohlensauren Gases macht die geschmolzene Masse sehr geneigt, überzusteigen. War das kohlensaure Kali nicht vollkommen wasserfrei, so entbindet sich Schwefelwasserstoffgas mit dem kohlensauren Gase zugleich. Setzt man Schwefel in Ueberschuß zu, so wird dieser nach beendigter Verbindung davon abdestillirt. Man erhält, wie zuvor gesagt, $\frac{1}{4}$ vom Kali in schwefelsaures Kali verwandelt, und $\frac{3}{4}$ davon bilden ein Schwefelkalium, worin das Metall mit 5 mal so viel Schwefel wie im ersten verbunden ist. Dieses stellt das gewöhnliche Hepar sulphuris dar. 100 Theile reines basisches kohlensaures Kali geben $162\frac{1}{2}$ Theile Schwefelleber, wovon 31,5 Theile schwefelsaures Kali und 131 Theile Schwefelkalium im Maximum sind. Will man dieses Schwefelkalium frei von Schwefelsäure bekommen, so braucht man nur irgend eine von den niedrigeren, durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelkohlenstoff erhaltenen, Schwefelungsstufen noch einmal mit überschüssigem Schwefel in Destillirgefäßen zu schmelzen, bis der Ueberschuß von Schwefel fort ist. — Durch Schmelzung läßt sich dieses Schwefelkalium nicht mit mehr Schwefel verbinden; denn wenn man beide zusammenschmilzt und nachher ruhig stehen läßt, so scheiden sie sich, und der Schwefel sammelt sich oben in einer scharf abgesonderten Schicht an. Dieses Schwefelkalium hat eine dunkle Leberfarbe, daher sein Name Schwefelleber. Es zieht aus der Luft Feuchtigkeit an und riecht dabei schwach nach Schwefelwasserstoff, was von der Einwirkung des kohlensauren Gases herrührt. In nicht vollkommen verstopften Gläsern aufbewahrt, wird es nach und nach auf der Oberfläche weiß gefärbt, indem es durch Oxydirung zerlegt wird. Säuren entbinden daraus Schwefelwasserstoff und scheiden einen weißen Schwefel (sulphur praecipitatum) davon ab. Wird eine Auflösung von diesem Schwefelkalium in eine nicht allzusehr concentrirte Salzsäure nach und nach gegossen, so scheidet sich der ölähnliche, im Maximum geschwefelte, Wasserstoff (hydrogenirter Schwefel) ab. Alle Metalle, welche man mit diesem Schwefelkalium bei einer hinlänglich hohen Temperatur erhitzt, entziehen ihm seinen Ueberschuß von Schwefel, werden geschwefelt und verbinden sich mit dem ersten Schwefelkalium. Das Schwefelkalium im Maximum wird als Arzeneimittel angewandt.

Es läßt sich auch Schwefelkalium durch Einwirkung von Kalihy-

---

bindung des hydrogenirten Schwefels (178) mit Kali ansieht. S. Th. III. (1115. 1125).

drat, und durch Schmelzen oder Kochen mit Schwefel hervorbringen. Im ersten Fall, wenn man krystallisirtes Kalihydrat bei gelinder Hitze mit einer Menge Schwefel schmilzt, die zu seiner Sättigung nicht hinreicht, wird der Schwefel mit Gasentbindung aufgelöst. Das Aufbrausen wird nur durch entweichende Wasserdämpfe verursacht. Es scheidet sich eine Menge eines weißen Salzes ab, welches auf der Oberfläche der geschmolzenen Masse schwimmt. Die geschmolzene Masse ist gelblich, wird aber während des Erstarrens mehr oder weniger roth, je nachdem der Ueberschuß von Kali größer oder geringer ist. Diese Farbe zeigt, daß hier das erste Schwefelkalium gebildet worden ist, und daß der Schwefel das Kali, aber nicht das Wasser zersetzt hat; denn wäre hier ein schwefelwasserstoffsaures Kali entstanden, so wäre die geschmolzene Masse farbenlos. Das auf der Oberfläche der geschmolzenen Mischung schwimmende Salz ist unterschwefeligsaures Kali. Es ist durch Versuche ausgemittelt, daß ein schwefeligsaures Salz bei der Bildung von Schwefelkalium nie entsteht.

Wenn man Schwefel mit einer kaustischen Kalilauge kocht, so wird der Schwefel aufgelöst, die Flüssigkeit wird gelb und enthält nun eine Mischung von unterschwefeligsaurem Kali mit Schwefelkalium. Auch die geringste Menge von Schwefel färbt die Auflosung; es scheint also, als ob bei der Auflösung des Schwefels in einer Kalilauge mit überschüssigem Kali nicht das erste Schwefelkalium gebildet würde, sondern eine höhere Schwefelungsstufe, aber welche, hat man durch Versuche nicht bestimmen können. Kocht man die Lauge mit mehr Schwefel, als sie aufzulösen im Stande ist, so bekommt man Schwefelkalium im Maximum (das siebente); $\frac{3}{4}$ des Kalis sind in Schwefelkalium verwandelt, und $\frac{1}{4}$ davon hat sich mit einer Menge unterschwefeliger Säure verbunden, die 3 mal so viel Sauerstoff enthält, als das Kali. Wird eine kochende, concentrirte Auflösung von diesem Schwefelkalium in ein flaches Gefäß ausgegossen, so trübt sie sich stark und setzt Schwefel ab, nicht weil sie abgekühlt wird, sondern durch Einfluß der Luft, die einen Theil des Kaliums in unterschwefeligsaures Kali verwandelt, wodurch der damit verbundene Schwefel abgeschieden wird. Wird die Auflösung in dem verschlossenen Gefäße, worin sie gemacht worden ist, abgekühlt, so erhält sie sich unverändert. Ob sie durch Abdampfung, beim Ausschluß der Luft, zur Krystallisation gebracht werden kann, scheint nicht untersucht zu seyn.

Das Schwefelkalium im Maximum ist im Alkohol auflöslich. Die Auflösung kann durch Kochen mehr Schwefel auflösen; es ist aber nicht bestimmt, ob zufolge der Bildung einer noch höheren Schwefelungsstufe, oder nur durch das Auflösungsvermögen des Alkohols.

Die gesättigte Auflösung mit Wasser gemischt, trübt sich und läßt Schwefel fallen.

Wenn eine Auflösung von Schwefelkalium in Wasser der Luft ausgesetzt wird, so oxydiren sich gleichzeitig das Kalium und der Schwefel zu unterschwefeligsaurem Kali, in welchem Säure und Basis gleiche Mengen Sauerstoff enthalten. Die erste Schwefelungsstufe erhält sich dabei ungetrübt, aber alle die andern lassen den überschüssigen Schwefel fallen. So lange die Auflösung noch eine gelbe Farbe hat, bildet sich nur unterschwefligsaures Kali; in dem Augenblick aber, wo der Schwefel ausgefällt ist, oxydirt sich das unterschwefligsaure Kali zu schwefligsaurem, und dieses wiederum zu schwefelsaurem Kali, wobei die Flüssigkeit sich immer neutral erhält, weil in allen diesen drei neutralen Salzen das relative Verhältniß des Schwefels zum Kalium unveränderlich ist. — Eine Auflösung von Schwefelkalium in Alkohol, in einer bedeckten Flasche hingestellt, setzt an der Oberfläche der Flüssigkeit unterschwefligsaures Kali in weißen Krystallen ab, bis endlich der Alkohol mit dem abgeschiedenen Schwefel so angeschwängert ist, daß er nichts mehr davon aufzulösen vermag, in welchem Falle dann Schwefel und Salz zusammen krystallisiren. Hat man das zweite oder dritte Schwefelkalium in recht starkem Alkohol aufgelöst, so bekommt man viel krystallisirtes Salz, ehe noch der Schwefel anfängt abgeschieden zu werden.

Natroniumsulfurid.

234 bis. Prosulfurid. — Was vom Kaliumsulfurid erwähnt wurde, findet auch seine Anwendung auf das Natroniumsulfurid; außer daß es aus 100 Natronium und 69, 15 Schwefel besteht.

(Auch nach Berzelius verhält sich das Natronium zum Schwefel wie das Kalium).

Mangansulfurid.

235. Bestehend aus 100 Mangan und 56,32 Schwefel; pulvrig, schwarz, glanzlos, leichtflüssiger als das Manganmetall, unzersetzbar in der Rothglühhitze, wirkungslos auf das trockne Erstgas bei der gewöhnlichen T., verschluckt dasselbe in trocknem wie in feuchtem Zustande bei der Braunroth-Glühhitze und giebt damit schwefligs. Gas und ein schwefels. Salz; verschluckt es ebenfalls bei einer hohen T. und giebt schwefligs. Gas und Manganoxyd damit; verhält sich zur atm. L., wie

zum Erstgas; läßt sich nur schwierig durch das erste Verfahren erhalten, unstreitig wegen großer Cohäsion des Mangans; sehr gut aber durch das dritte Verf. (232), mittelst Mengung des Sulfates mit Kohle.

Man kennt es nur in sehr geringer Quantität in der Natur; namentlich findet es sich zu Nagyag in Siebenbürgen auf Silber- und Goldgängen in Begleitung von Tellur.

Zinksulfurid.

236. Bestehend aus 100 Zink und 49, 88 Schwefel, oder ziemlich zweimal so viel Schwefel (im Gewicht) enthaltend, als das weiße Zinkoxyd Erst. enthält; fest, glanzlos, geschmacklos, schwerflüssiger als das Zink, durch die Wärme unveränderlich; in hoher T. zersetzbar durch Kohle, welche mit dem Schwefel zu Schwefelkhlst. zusammentritt (Berthier); wirkungslos auf das Erstgas bei gewöhnlicher T.; verschluckt dieß Gas in der Braunroth-Glühhitze und giebt damit schwefligs. Gas und ein Sulfat; um so eher geht die Verschluckung in einer noch höhern T. von Statten; hier aber entsteht nur schwefligs. Gas und ein Oxyd; verhält sich zur atm. L. wie zum Erstgas, wird durch das erste und das dritte Verfahren erhalten, wobei jedoch zu bemerken ist: 1) in Bezug auf das erste, daß die Vereinigung nur dann von Statten geht, wenn das Zink fast glüht, und daß sie alsdann mit Lichtentwickelung erfolgt; 2) hinsichtlich des dritten, daß das Sulfat nicht mit Kohle gemengt, und die Calcinirung nicht zu weit getrieben werden darf: sonst würde viel Schwefelkhlst. entstehen (232).

Das Zinksulfurid kommt in großer Menge in der Natur vor, häufig mit eisenhaltigen Stoffen gemengt.

Das natürliche Zinksulfurid ist bei den Mineralogen unter dem Namen Blende bekannt. Die Blenden werden durch Reiben phosphorescirend[1]); ihre Farbe ist verschieden, bald gelb, bald röthlich, bald braun, bald schwarzbraun. Oft sind sie durchsichtig, manchmal undurchsichtig. Fast immer begleiten sie das Bleysulfurid. Man findet deren: in Frankreich, zu Vizile, Departement der Isere; bei Arras, Dep. von Pas-de-Calais; zu Baygorry, Dep. der Oberpyrenäen;

---

1) Die Phosphorescenz ist eine Eigenschaft gewisser Körper, ohne Statt findende Verbrennung leuchtend zu werden, und längere oder kürzere Zeit zu bleiben, wenn man sie reibt oder erhitzt oder den Sonnenstralen oder einem el. Entladungsschlage aussetzt u. s. w.

zu Pontpean (Finistère), u. s. w. Immer lassen sich sehr kleine Quantitäten Blende durch das, von Smithson angewandte, Verfahren erkennen (Ann. de Chim. et de Phys., t. XXII, p. 356).

Proust hat zuerst dargethan, daß sie das Zink in nicht oxydirtem Zustande enthalten. (Journ. de Phys, 1807, pag. 150).

Nach Thomson bestehen sie sämmtlich aus Zinksulfurid, gemengt oder verbunden mit mehr oder minder nichtoxydirtem Eisen, die braune Blende z. B. aus 87,95 Zinksulfurid und 12,05 Eisen. (Ann. de Chim., tom. XCIII, p. 166). So viel ist gewiß, daß sie gewöhnlich eisenhaltig sind. Einige enthalten etwas, unstreitig geschwefeltes, Cadmium.

Durch Calcinirung des natürlichen Zinksulfurids bis zum Rothglühen, Auslaugung des Products und Abdampfung der Fl. bereitet man das verkäufliche schwefels. Zink (weißer Vitriol) (831). Jetzt bedient man sich desselben auch wohl zu Bereitung des metallischen Zinks und des Messings.

Eisensulfuride *).

237. Eisenprosulfurid (Eisenkies, Schwefelkies) (nach Berzelius die fünfte Schwefelungsstufe des Eisens); bestehend aus 118,62 Schwefel und 100 Eisen nach Berzelius; fest, metallisch glänzend, geschmack-, geruchlos, goldgelb, dem Magnet nicht folgend; läßt in einer starken Hitze 22 Schwefel fahren und schmilzt; ist in der gewöhnlichen T. wirkungslos auf das trockne Sauerstoffgas; absorbirt bei dieser T. langsam das feuchte und geht in Sulfat über; verschluckt es, trocken oder feucht, mehr oder minder schnell unter Mithülfe einer mäßigen Hitze, und um so mehr bei Anwendung einer hohen T.; giebt im ersten Fall schwefeligs. Gas und ein Sulfat, im zweiten schwefeligsaures Gas und rothes Eisenoxyd (Tritoxyd von Eisen) mit Lichtentwickelung; verhält sich zur atm. Luft wie zum Sauerstoffgas; kommt in sehr großer Menge in der Natur vor und führt hier den Namen Schwefelkies (pyrite de fer).

Der Schwefelkies ist sehr verbreitet; er ist eins der gewöhnlichsten Mineralien und fast in allen Erzen enthalten. Er nimmt eine große Menge verschiedner Gestalten an; bald krystallinische, wie den Cubus, das Octaeder, das pentagonale Octaeder, das Ikosaeder und ihre Zusammensetzungen; bald zufällige wie Stalaktiten, muschlige For-

---

*) Die Multipla des Schwefels verhalten sich in den fünf Schwefelungsstufen des Eisens wie 1, 4, 8, 12, 16.

men. Es bildet niemals große Lager für sich allein, sondern kommt fast immer in Krystallen, nierenförmigen Stücken u. s. w. in den Ablagerungen aller Formationen eingesprengt vor. Sein spec. Gewicht ist 4,10 bis 4,74.

Dadurch daß man den Schwefelkies oder vielmehr die verschiedenen Substanzen, die ihn in hinreichend großer Menge enthalten, der Luft aussetzt, wird der größte Theil des verkäuflichen schwefelsauren Eisens (grüner Vitriol) gewonnen. (S. (833) schwefelsaures Eisen). Auch ein Theil des Schwefels, der in Verbrauch ist, wird aus dem Eisenkies gewonnen (103).

237 †. Die vierte Schwefelungsstufe des Eisens, bestehend aus 100 Eisen und 88,965 Schwefel, kann nur auf dem nassen Wege erhalten werden, wenn eine neutrale Auflösung von schwefels. oder salzs. Eisenoxyd zu einer Auflösung von Hydrothionalkali (schwefelwasserstoffsaurem Alkali) tropfenweis gegossen wird. Sie bildet einen schwarzen Niederschlag, welcher im Trocknen in der Luft zersetzt wird; derselbe ist wenig untersucht. Man bekommt ihn nicht, wenn das Hydrothionalkali in die Eisenauflösung getröpfelt wird, deren Eisenoxyd sich dann zum Oxyd reducirt, indem Schwefel niederfällt. Diese Verbindung ist dem schwefelsauren Oxydsalze proportional, und das Eisen nimmt darin $1\frac{1}{2}$ mal so viel Schwefel als im vorhergehenden auf. (Berzelius).

238. Dritte Schwefelungsstufe des Eisens (Leberkies)*) aus 100 Eisen und 59, 31 Schwefel bestehend. — Fest, gelblichbraun, metallisch glänzend, geschmacklos, magnetisch, leichtflüssiger als das Eisen, unzersetzbar durch die Hitze; verhält sich zum Srst. und zur atm. L. wie das vorige, wird erhalten durch Erhitzen des getrockneten schwefels. Eisenprotoxyds in einem Kohlentiegel (232, drittes Verf.) Dieß Sulfurid ist weit minder häufig, als das vorige. Man hat es gefunden zu Geier in Sachsen; zu Bodenmais in Bayern; in Cairnarvornshire in England; westlich von Nantes in Frankreich. Es kommt auf Metallgängen und Lagern (amas) vor, häufiger aber in Granitfelsen eingesprengt. Selten ist es krystallisirt und dann erscheint es immer als regelmäßiges hexaedrisches Prisma. Sein spec. Gewicht ist 4,518.

---

*) Thenard führt diese Schwefelungsstufe der (233) gegebenen Bestimmung gemäß als proto-sulfure auf, weil sie dem schwefels. Eisenprotoxyd entspricht. Es giebt aber noch nach Arfwedson zwei gleich anzuführende niedrigere Schwefelungsstufen des Eisens.

1) Dieß Sulfurid ist von Berzelius und von Hatchett untersucht worden. Sie haben ziemlich gleiche Resultate erhalten. Wir folgen hier der Angabe von Berzelius.

238 † Die erste und zweite Schwefelungsstufe sind von Arfwedson entdeckt. Die erste besteht aus 100 Eisen und 7,412 Schwefel; die zweite aus 100 Eisen, 29,648 Schwefel. Jene wird erhalten, wenn man basisches schwefels. Eisenprotoxyd in einem Strom von Wsstgas glüht; diese, wenn man wasserfreies schwefels. Eisenprotoxyd eben so behandelt. In beiden Fällen werden Wasser und schweflige S. gebildet und das Schwefeleisen bleibt pulvrig zurück; beide Stufen sind sich im Aeußern vollkommen ähnlich, beide lösen sich in Säuren leicht auf, und entwickeln auf Kosten des Wassers erstere ein Gemeng von 7 Th. Wsstgas und 1 Th. Schwefelwasserstoffgas; letztere von 3 Th. Wsstgas und 1 Th. Schwefelwsstgas. Wird Schwefelwasserstoffgas über diese beiden Arten von Eisensulfurid in glühendem Zustande geleitet, so nehmen sie daraus den Schwefel auf und verwandeln sich in Schwefeleisen von derselben Schwefelungsstufe, wie im natürlichen Magnetkies (Berzelius; Ann. de Ch. et de Phys. oct. 1824. p. 183.).

238 bis. Außer den angeführten Eisensulfuriden lassen sich noch mehrere andre annehmen: denn 1) findet man in der Natur einen Kies, welcher den Namen Magnetkies (pyrite magnétique) führt und auf 100 Eisen bald 79,08 bald blos 67,78 Schwefel enthält.*) 2) Wenn man das Eisenpersulfurid in einer steingutnen Retorte calcinirt, (227), so geht eine solche Quantität Schwefel daraus fort, daß das rückbleibende Sulfurid nur noch aus 100 Eisen und 95 Schwefel besteht (Berzelius). Dieß Sulfurid entspricht keinem bis jetzt bekannten Eisenoxyd.

3) Wenn man in einen rothglühenden Tiegel ein Gemeng aus

---

*) Berzelius bemerkt, daß das von Stromeyer angegebene Verhältniß von 100 Eisen und 68 Schwefel im Magnetkies zu den Zusammensetzungszahlen der oben angeführten Schwefelungsstufen in keinem einfachen Verhältniß stehe; dagegen unter der Voraussetzung berechnet, daß es durch eine Verbindung zweier Schwefelungsstufen gebildet seyn könne, mit einer solchen übereintrifft, worin die höchste Schwefelungsstufe des Eisens sich mit so viel von der dritten verbunden hat, daß letztere dreimal so viel Schwefel als erstere in die Verbindung hineinbringt. — Es ist ferner wahrscheinlich, daß die fünfte und die dritte Schwefelungsstufe des Eisens noch in mehrern Verhältnissen als dem angegebenen verbunden werden können. Stromeyer hat ein natürliches Schwefeleisen untersucht, welches 44 pr. C. Schwefel enthielt. Dieß stimmt mit einem solchen Verhältnisse überein, daß beide Schwefelungsstufen eine gleiche Quantität Schwefel enthalten. — Berzelius vermuthet ferner, daß Eisen, mit Kaliumsulfurid aus seinen Auflösungen niedergeschlagen, auf dem nassen Wege mit noch größern Mengen Schwefel verbunden werden könne, als es im Schwefelkies aufnimmt; allein diese Verbindungen sind noch nicht untersucht. Uebrigens scheint sich Schwefeleisen mit Eisen in allen Verhältnissen zusammenschmelzen zu lassen, so wie ein Metall mit dem andern.

2 Th. Eisenfeile und 1 Th. Schwefel u. s. w. wirft (232), so erhält man ein gut geschmolzenes, homogenes Eisensulfurid, welches weniger Schwefel enthält, als das unter (238) betrachtete.[1]) Dieses Sulfurids bedient man sich oft zur Bereitung des Schwefelwasserstoffgases; allein man erhält dasselbe auf diese Art immer mit einer gewissen Quantität Wasserstoffgas gemengt.

4) Endlich, wenn man gleiche Theile Eisen und Schwefel nimmt, erhält man ebenfalls ein, von den vorigen verschiednes, Sulfurid.

Sind diese verschiednen Sulfuride, wie Berzelius annimmt (Schw. J. 1822. VI. N. R. S. 311 — s. auch die Anm. auf S. 501) Verbindungen von Eisen oder von Schwefel mit einer Art Eisensulfurid, welche einem gewissen Oxydationsgrade des Eisens entspricht; oder Prosulfurid (238) verbunden mit Persulfurid? die Theorie der bestimmten Proportionen und das Gesetz der Zusammensetzung der Sulfuride machen diese Meinung sehr wahrscheinlich.

Zinnsulfuride.

239. **Prosulfurid.** — Bestehend aus 100 Zinn und 26,57 Schwefel; fest, in glänzenden, bläulichgrauen Blättchen krystallisirbar; minder leichtflüssig als das Zinn; unzersetzbar durch das Feuer; ohne Wirkung auf das trockne wie das feuchte Erstgas in gewöhnlicher T.; verschluckt dieß Gas in einer mäßigen Hitze und giebt damit schwefligs. Gas und ein Sulfat; in hoher T. bildet es damit schwefligs. Gas und Zinnoxyd; kommt wahrscheinlich in der Grafschaft Cornwallis vor aber mit Kupfersulfurid gemengt oder verbunden; wird nach dem ersten Verfahren durch Erhitzung eines Gemengs von 3 Th. Zinn und 2 Schwefel erhalten (232).

† **Zweites Zinnsulfurid.** — Das zweite Sulfurid des Zinns wird erhalten, wenn das vorhergehende, zu feinem Pulver gerieben, mit ⅓ seines Gewichts gepulvertem Schwefel gemengt und destillirt wird, bis bei einer dunkeln Rothglühhitze kein Schwefel mehr überdestillirt. Es bleibt eine dunkelgraugelbe, metallisch glänzende, Masse in der Retorte zurück, die, mit einem harten Körper gerieben, einen glänzenden Strich giebt. Es besteht aus 100 Zinn und 41,04 Schwefel. In Digestion mit conc. Salzs. giebt es Schwefelwasser-

---

1) Mit diesen Beobachtungen sind jedoch die von Berthier nicht in Uebereinstimmung; denn nach ihm giebt es keine niedrigere Schwefelungsstufe als die dem schwefels. Protoxyd entsprechende. (Ann. de Mines, tom. VIII. pag. 437).

stoff und erhält eine höhere gelbe Farbe, wobei ¾ des Zinns aufgelöst wird und die übrigen ¼ auf der höchsten Schwefelungsstufe zurückbleiben. In strengem Feuer wird es zur vorigen Schwefelungsstufe reducirt. (Berzelius).

Zinnpersulfurid. — Bestehend aus 100 Zinn und 53,14 Schwefel; ehemals Musivgold (aurum musivum s. mosaicum, or mussif, ou musif, or mosaïque, or de Judée) genannt; fest, in goldgelben (halbdurchsichtigen, weich anzufühlenden) Blättern krystallisirbar, läßt den Schwefel in hoher T. entweichen und geht in Prosulfurid über; verhält sich zum Srst. und zur atm. Luft wie dieses; kommt nicht in der Natur vor.

Man kann es erhalten entweder nach Pelletier's Verfahren, indem man gleiche Theile Zinnprosulfurid und Quecksilbersulfurid, oder 2 Th. Schwefel und einen Theil Zinnoxyd in einer gläsernen Retorte erhitzt; oder indem man, nach Gay-Lussac's Erfahrung, Schwefel in Dampfgestalt über das nämliche Prosulfurid streichen läßt; oder indem man, nach dem lange hergebrachten Verfahren, ein Gemeng aus Schwefel, Zinnamalgam und salzsaurem Ammoniak (in einem gläsernen Kolben im Sandbade) langsam erhitzt. Des auf letztre Art bereiteten Musivgoldes bedient man sich zum Beleg für die Kissen der Elektrisirmaschinen und zum Bronziren auf Holz. Zu diesem Zweck nimmt man 2 Th. Zinn und 1 Th. Quecksilber, amalgamirt sie in einem Tiegel, gießt das Amalgam, so wie es geschmolzen ist, in einen kupfernen Mörser; pulverisirt und mengt es innig mit $1\frac{1}{2}$ Th. Schwefel und 1 Th. salzs. Ammoniak; füllt mit dem Gemeng einen Kolben oder Tiegel zu ¾ an, und setzt es mehrere Stunden hindurch einer mäßigen Hitze aus. Es bildet sich auf diese Weise eine sehr leichte, gelbliche, blättrige Masse, welche nichts anders als das Musivgold selbst ist. Bei dieser Operation dient das Quecksilber nur dazu, das Zinn pulverisirbar zu machen; daher man statt des Zinnamalgams auch Zinnprosulfurid anwenden kann; wie denn wirklich Pelletier 30 Grammen schönen Musivgoldes durch Erhitzung von 30 Grammen Zinnprosulfurid mit 30 Grammen Schwefel und 30 Grammen salzs. Ammoniak erhalten hat. Auch das salzs. Ammoniak ist nicht unumgänglich nöthig; doch scheint es die Bildung des Musivgoldes zu befördern.*)

---

*) Berzelius sagt hierüber; die Anwesenheit des Salmiaks hindert die hohe T., welche durch die Schwefelung entsteht und die das Zinn sogleich auf die erste Schwefelungsstufe reduciren würde, welches jetzt durch Gegenwart dieses flüchtigen Stoffes zwischen den kleinsten Theilen des Metalls und des Schwefelsss rhindert wird. Der Salmiak scheint deßhalb zu dieser Präparation ganzu nentbehrlich zu seyn. Man erhält das Musivgold auch aus

Nach dieser Zubereitungsart ist das Musivgold niemals sehr glänzend, noch schön gelb; um es mit diesen Eigenschaften zu erhalten, muß man eine gewisse Quantität desselben in einem Kolben fast bis zum Rothglühen erhitzen; der größere Theil zersetzt sich allerdings, es sublimirt sich Schwefel, Salmiak, Zinndeutochlorid und ein Rückstand von Prosulfurid bleibt; allein zu gleicher Zeit hängt sich etwas Musivgold unter Gestalt sehr breiter, sehr glänzender und ganz hellgelber Blätter im Hals der Retorte an.

Pelletier, dem wir viele Versuche über diesen Gegenstand verdanken, betrachtete das Musivgold als geschwefeltes Zinnoxyd; eine Meinung, welche lange von den Chemikern getheilt wurde. Zwar scheint es, als ob die Umwandlung des Zinnprosulfurids in Musivgold durch das Schwefelquecksilber oder den Zinnober dieser Ansicht für widersprechend hätte angesehen werden müssen; allein man glaubte damals, daß der Zinnober selbst Srst. enthalte. Seine wahre Natur ist erst in einer Abhandlung festgestellt worden, welche mir mit Fourcroy gemein ist, und sich im Journal de l'Ecole polytechnique findet.

Cadmiumsulfurid.

239 bis. Bestehend aus 100 Cadmium und 28,172 Schwefel, orangegelb, feuerbeständig, erst bei anfangender Weißglühhitze schmelzbar und dann beim Erkalten in durchscheinenden und glimmerartigen Blättern vom schönsten Zitronengelb krystallisirend. Erhitzt man es, so nimmt es erst eine braune, dann eine dunkelkarmoisinrothe Farbe an, die es bei der Abkühlung wieder verliert.

Dieß Sulfurid wird nur schwierig durch Schmelzung des Schwefels mit dem Metall erhalten; weit besser gelingt seine Bereitung, wenn man ein Gemeng von Schwefel und Cadmiumoxyd erhitzt (zweites Verfahren, (232)), oder ein Cadmiumsalz durch Schwefelwasserstoffgas fällt (viertes Verf. (232)).

Die Schönheit und Beständigkeit seiner Farbe lassen hoffen, daß es eine sehr gute Malerfarbe abgeben wird (Stromeyer, Ann. de Ch. et de Ph., tome XI, pag. 82).

Zinnoxyd, welches man mit Schwefel und Salmiak erhitzt, wobei schwefligs. Gas sich entwickelt. Ohne Salmiak erhält man nur die mittlere Schwefelungsstufe.

Arſenikſulfurtde.

240. Das Arſenik ſcheint ſich in verſchiednen Verhältniſſen mit dem Schwefel verbinden zu können. In der That mag man in einer Retorte 1, 2, 3, 4 Th. Arſenik mit 1 Th. Schwefel oder auch 1, 2, 3, 4 Th. Schwefel mit 1 Th. Arſenik erhitzen, jedenfalls erhält man homogene und ſehr leichtflüſſige Zuſammenſetzungen von mehr oder minder rother oder orangegelber Farbe. Laſſen ſich dieſe Zuſammenſetzungen nicht etwa betrachten als hervorgehend aus der Verbindung des Arſenikſulfurids mit Arſenik, oder des Arſenikſulfurids mit Schwefel? Wahrſcheinlich iſt dieſes. Wie dem indeß auch ſeyn mag, wir wollen zuvörderſt von den beiden Arten Schwefelarſenik ſprechen, welche in der Natur vorkommen, und deren eine wegen ihrer ſchönen gelben Farbe den Namen Auripigment oder Operment, die andre den Namen Realgar führt; unter den künſtlichen Arſenikſulfuriden aber nur dasjenige betrachten, welches dem weißen Arſenikoxyde entſpricht, weil es als Typus aller andern angeſehen werden muß.

Auripigment. — Feſt, goldgelb, oft perlenmutterartig, gewöhnlich in Maſſen, welche aus halb durchſichtigen, dünnen, biegſamen Blättern beſtehen, die ſich leicht mit einem Meſſer trennen laſſen, manchmal in Kryſtallen, welche ſchiefe Prismen zu ſeyn ſcheinen; geſchmacklos, geruchlos, giftig; vom ſpec. Gew. 3,45; leichtflüſſiger als das Arſenik und beim Erkalten nach dem Schmelzen zu einer zerreiblichen orangegelben Maſſe erſtarrend; bei ſtarker Erhitzung ſiedend und in gelben Tröpfchen überdeſtillirend; ohne Wirkung auf das feuchte Erſtgas in gewöhnlicher T., ſchnell es verſchluckend unter Mithülfe der Hitze und ſchwefligſ. Gas und Arſenikdeutoxyd damit gebend; eben ſo ſich zur atm. Luft verhaltend. Das Auripigment kommt in kleiner Quantität in der Natur vor; bald im Innern von Gängen (Kapnik in Ungarn, Felſobanya und Nagyag in Siebenbürgen), bald kleine Lager (amas) für ſich in thonigen Materien bildend, bald endlich in vulkaniſchen Producten. Immer begleitet es das Realgar.

Nach Laugier's Unterſuchung beſteht es aus 100 Arſenik und 61, 65 Schwefel. (Annales de Ch., tom. LXXXV, pag. 45). Alles läßt uns jedoch glauben, daß dieſe Quantität Schwefel zu gering iſt und daß ſie 64, 95 betragen muß.

Das Auripigment wird, in Verein mit Kali, zur Auflöſung des Indigos in den Zeugfärbereien gebraucht. Manchmal bedient man ſich deſſelben als Malerfarbe, darf es aber dann ja nicht mit Bleyweiß zuſammenbringen, weil die anfangs ſchön gelbe Farbe durch Bildung von Bleyweiß bald geſchwärzt werden würde. Wie es ſcheint,

bedienen ſich die Morgenländer auch ſeiner als Ingredienz zu einer enthaarenden Salbe (Rhusma).

Realgar (rothes Rauſchgelb, Arſenikrubin). — Feſt, orangegelb, geſchmacklos, giftig, kryſtalliſirt in verſchiedenen Formen, welche von einem ſchiefen Prisma abzuleiten ſind; leichtflüſſiger als das Arſenik und ſelbſt als das Auripigment; verhält ſich übrigens wie dieſes bei Einwirkung der Hitze, des Erſtgaſes oder der atm. Luft; findet ſich zuweilen in Felſen eingeſprengt, z. B. im khlſ. Kalk und der khlſ. Magneſia des St. Gotthard; häufiger auf Metallgängen (Siebenbürgen; Marienberg in Sachſen; Joachimsthal in Böhmen); oft auch in vulkaniſchen Producten (Veſuv, Aetna u. ſ. w.); iſt überhaupt an vielen Orten verbreitet, in China, Japan u. ſ. w.

Durch ſorgfältige Analyſe kryſtalliſirter Stücke, hat Laugier aus 143, 74 dieſes Sulfurids 100 Arſenik und 43, 74 Schwefel erhalten: es würde ſonach weniger Schwefel und mehr Arſenik, als das Auripigment enthalten, wie ich dieß ſchon aus ſynthetiſchen Verſuchen geſchloſſen hatte.

Manchmal bedient man ſich des Realgars als Farbe.

† Nach Berzelius läßt ſich ſowohl das rothe, als das gelbe Arſenikſulfurid mit dem Kaliumſulfurid in Verbindung bringen.

Künſtliches Arſenikſulfurid, dem weißen Arſenikoxyd entſprechend. Man kann dieß Sulfurid rein erhalten, indem man entweder Schwefelwaſſerſtoffgas durch eine Aufl. von weißem Arſenikoxyd in Salzſ. ſtreichen läßt (232, viertes Verf.), oder zwei wäßrige Auflöſungen, eine von Arſenikoxyd, an Kali gebunden (von arſenikſ. Kali) (1153), und die andre von Hydroſulfurid des Kalis, Natrons oder Ammoniaks (Schwefelwaſſerſtoff mit den genannten Alkalien) mit einander vermiſcht, und in die Miſchung Salzſ., gleichfalls in W. aufgelöſt, gießt. Dann bemächtigt ſich dieſe Säure ſogleich des Kali's beider Auflöſungen und bildet damit ein auflösliches ſalzſ. Salz; während der Waſſerſtoff und der Schwefel des Hydroſulfurids ſich verbinden, erſtrer mit dem Erſt., und der zweite mit dem Arſenik des Protoxyds dieſes Metalls. Das ſo erhaltene Sulfurid fällt unter Geſtalt ſehr ſchön gelber Flocken nieder.

Da es offenbar dem weißen Arſenikoxyd entſpricht, ſo würde ſeine Zuſammenſetzung ſich ohne Schwierigkeit ergeben, wenn man die dieſes Oxyds kennte. Nun habe ich mich durch ſehr genaue Verſuche überzeugt, daß daſſelbe aus 100 Arſenik und 32, 28 Erſt. beſtehe. Das künſtliche Sulfurid muß mithin aus 100 Erſt. und 64, 95 Schwefel beſtehen, und das reine Auripigment ſich offenbar im nämlichen Fall befinden. Das Auripigment würde mithin anderthalb mal ſo

viel Schwefel als das Realgar auf die nämliche Quantität Metall enthalten.

Es läßt sich auch künstliches Arsenikſulfurid auf dem Wege der Sublimation erhalten; doch kann man seiner Reinheit dann nicht so versichert seyn, als bei dem vorigen. Nach Laugier hat dieß Sulfurid das beständige Verhältniß von 100 Arsenik zu 71, 30 bis 71, 89 Schwefel, mag immer das Gemeng einen Ueberschuß von Schwefel oder Arsenik enthalten haben; auch wird nach demselben das Auripigment und das Realgar durch Hitze in diese Art Sulfurid verwandelt (Ann. de Chim., LXXXV, 26). Neue, von Berzelius angestellte, Versuche dagegen scheinen darzuthun, daß man ein Sulfurid dieser Beschaffenheit nur dann erhält, wenn der Schwefel in Ueberschuß ist. Berzelius betrachtet es als gebildet aus einem Sulfurid, welches der Arsenikſ. entspricht und aus Prosulfurid oder Realgar in solchen Verhältnissen, daß die Quantität Persulfurids doppelt so viel Schwefel als die Quantität Prosulfurids enthalte (Ann. de Ch. et de Phys. tom XI, p. 242).

Molybdänsulfurid (Molybdänglanz).

241. Bleygrau, metallischglänzend, leichtflüssiger als das Molybdän, unzersetzbar durch die Hitze, wirkungslos auf das trockne oder feuchte Erstgas bei der gewöhnlichen T.; absorbirt dieß Gas bei der Rothglühhitze und wird dadurch in schweflige S. und in Molybdänſ. verwandelt, die sich unter Gestalt weißer Dämpfe verflüchtigt; wird durch das erste und das zweite Verfahren erhalten (232); kommt in kleiner Menge in der Natur vor.

Das Molybdänsulfurid gehört den Urgebirgen an; es bildet darin Gänge, kleine Lager (amas) im Granit, Gneiß, Glimmerschiefer oder findet sich anstatt Glimmers eingesprengt in diesen Felsarten. Manchmal wird es auch auf gangartigen Lagerstätten von Metallen und namentlich von Zinn gefunden (Altenberg, Zinnwald, Schneeberg, Geyer, in Sachsen; Cornwallis u. s. w.). Obwohl nicht sehr reichlich vorkommend, ist es doch ziemlich verbreitet in der Natur. In den Alpen der Dauphiné, Savoiens, Piemonts findet es sich an ziemlich viel Orten; auch in den Pyrenäen ist es vorhanden; in allen Urformationen Europas spricht man von seinem Vorkommen. Die kleinen Massen (amas) dieses Sulfurids bestehen aus unordentlich gruppirten (entre-melées) Blättern; die eingesprengten Blättchen aber haben zuweilen die Gestalt des einfachen oder modificirten hexagonalen Prisma's. Sein spec. Gew. ist 4,738.

Nach Buchholz besteht es aus 60 Molybdän und 40 Schwefel. (Nach Brandes aus 59,6 Mol. und 40,4 Schwefel; in Berzelius Chemie ist der Schwefelgehalt zu 33,4 Procent angegeben). Es gleicht in gewissem Grade dem Graphit und läßt gleich diesem metallischgraue Spuren auf dem Papier zurück; allein die Spur, die von ihm auf Porzellan bleibt, ist grünlich, vom Graphit dagegen grau.

Das Molybdänsulfurid ist ohne Nutzen, nur in den Laboratorien bedient man sich desselben zur Bereitung des Molybdäns und der Molybdänsäure u. s. w.

---

† Chromsulfurid.

Man erhält es, wenn Dämpfe von Schwefelkohlenstoff über Chromprotoxyd, welches in einer Röhre von Porzellan weißglüht, geleitet werden. Man kann es auch erhalten, wenn Schwefel und salzsaures Chromprotoxyd zusammen erhitzt werden; aber dann ist die Zersetzung nicht vollständig. Das Schwefelchrom ist hellgrau von Farbe, sieht nicht metallisch aus, und giebt, wenn es in einem Mörser gerieben wird, ein schwarzes Pulver, welches durch hartes Reiben zum Zusammenbacken gebracht werden, und metallischen Glanz erhalten kann, welcher dann eisengrau ist. Das vom salzsaurem Salze erhaltene hat eine losere Textur, und wird durch Reiben leichter metallisch. In offener Luft erhitzt, läßt es sich leicht rösten. Es wird von Salpetersäure, aber noch leichter von Königswasser aufgelöst; ist aber die Zersetzung nicht vollständig gewesen, so daß sich in der Masse noch unreducirtes Chromprotoxyd befindet, so bleibt dieses unaufgelöst zurück. Es wird weder von Kali, noch von schwefelwasserstoffsaurem Kali aufgelöst. Es enthält den Schwefel in dem Verhältniß, welches erfordert wird, um neutrales schwefelsaures Chromprotoxyd zu bilden d. i. 46 Procent seines Gewichts. (Berzelius).

---

† Wolframsulfurid.

Das Wolfram verbindet sich mit dem Schwefel in zwei Verhältnissen. Die eine Verbindung entspricht dem Oxyde, die andere der Säure. Man erhält die erstere Verbindung, wenn Wolframsäure mit 6 Theilen Zinnober gemischt, in einem Tiegel eingestampft und mit Kohlenpulver bedeckt wird, worauf man einen andern Tiegel darüber umstürzt, und das Ganze eine halbe Stunde bis zum vollen Weißglühen erhitzt. Man kann sie auch erhalten, wenn Schwefel in

Dampfgestalt oder Schwefelwasserstoffgas in einer weißglühenden Porzellanröhre über Wolframsäure geleitet wird. Sie bildet ein schwarzes oder schwarzblaues, loses Pulver, welches weich ist, und sich zu einer zusammenhängenden, auf der polirten Oberfläche stahlgrauen und metallglänzenden, Masse zusammenschlagen läßt. Sie erhält 25 Procent Schwefel. Die höhere Schwefelungsstufe kann nur auf nassem Wege erhalten werden, wenn man Wolframsäure in Hydrothionkali (schwefelwasserstoffsaurem Kali) auflöst und es dann mit einer Säure fällt. Diese Verbindung ist schmutzig-hellgelb und ein wenig in Wasser auflöslich, welches davon eine gelbe Farbe erhält. (Berzelius).

---

† Tantalsulfurid.

Die Darstellung des Tantalsulfurids ist sehr schwer; die Säure wird im Glühen weder vom Schwefelwasserstoff, noch vom Zinnober zersetzt. Sie wird auch nicht durch Schwefelalkali, weder auf dem nassen noch auf dem trockenen Wege, zersetzt; aber wenn Tantalsäure in einer porzellanenen Röhre bis zur Weißglühhitze erhitzt und Dämpfe von Schwefelkohlenstoff darüber geleitet werden, so erhält man, nach Rose's Versuchen, Schwefeltantal. Es ist eine dunkelgraue, ungeschmolzene Masse, welche gepreßt oder gerieben, einen grauen, sehr starken metallischen Glanz annimmt. In offener Luft erhitzt, entzündet es sich, und verglimmt unter Entwickelung von schwefeliger Säure. Es wird nicht von kaustischem Alkali zerlegt. (Berzelius).

Antimonprosulfurid (Schwefelspießglanz, rohes Spießglanz, antimonium crudum).

242. Fest, glänzend wie das Antimon selbst, bläulichgrau, viel leichtflüssiger als das Antimon, unveränderlich im Feuer; durch Kohle in hoher T. zersetzbar, indem diese sich des Schwefels bemächtigt; in unregelmäßigen oder rhomboidalen, mit vier Flächen zugespitzten, Nadeln krystallisirend; ohne Wirkung auf das trockne wie das feuchte Sauerstoffgas in gewöhnlicher T.; verschluckt dieß Gas bei einer mäßigen Hitze und giebt damit schwefeligs. Gas und wahrscheinlich schwefels. Antimon; in einer starken Hitze dagegen schwefeligs. Gas und geschwefeltes Antimonoxyd; läßt sich leicht durch das erste Verfahren erhalten (232); mittelst Erhitzung eines Gemengs aus gleichen Theilen Antimon und Schwefel in einem Tiegel; kommt in der Natur vor.

Das Schwefelspießglanz, obwohl nicht sehr reichlich vorhanden, ist doch ziemlich verbreitet. Es bildet für sich allein mehr oder minder mächtige Gänge in den Urgebirgen; auch trifft man es als zufällige Substanz auf einer großen Menge Gänge namentlich von Silber. Es findet sich in Frankreich zu Malbose (Ardèche), Dèze (Lozère), Alby und Mercoeur (Haute-Loire), Auzat (Puy-de-Dome), Massiac (Cantal), Portès, St. Florian, Aujar (Gard) u. s. w. und an vielen andern Orten Europa's *). Das Verhältniß seiner Bestandtheile läßt sich leicht direct bestimmen; indem man nämlich recht reinen Schwefel mit recht reinem Antimon in Verbindung bringt. Ich habe auf diese Weise gefunden, daß das Schwefelantimon aus 100 Antimon und 37 Schwefel bestehen müsse. Doch hat man eine Vorsichtsmaßregel zu beachten, um dieß Resultat beständig zu erhalten. Man muß nämlich das durch die erste Operation gewonnene Schwefelantimon mit der Hälfte seines Gewichts Schwefel mengen und von Neuem bis zum Rothglühen in verschlossenen Gefäßen erhitzen; widrigenfalls würde sich das Antimon oft nicht mit Schwefel sättigen. Wenn übrigens das Antimonsulfurid rein ist und man es mit Salzsäure behandelt, löst es sich schnell auf und giebt Schwefelwasserstoffgas und salzs. Antimonprotoxyd; enthält es einen Ueberschuß von Antimon, so bleibt dieser auf dem Boden des Gefäßes, und alles was Sulfurid ist, löst sich ebenfalls auf. Durch Behandlung des Schwefelantimons in starker Hitze mit Gußeisen, bereitet man das Antimon (1232); durch Rösten und Schmelzen desselben verschafft man sich das geschwefelte Antimonoxyd (Verbindung von Antimonoxyd mit Schwefelantimon) oder Spießglanzglas (vitrum antimonii); endlich dadurch, daß man es mit einer kochenden Auflösung von Kali zusammenbringt, wird der Kermes und Goldschwefel, oder das schwefelwasserstoffsaure Antimonoxyd bereitet (1113 und 1114) **).

---

† Schwefeljodantimon (sulfojodure d'antimoine).

Henry der Sohn und Garot haben eine Verbindung von Schwefel, Antimon und Jod entdeckt, für die sie den Namen Schwefeljodantimon (Sulfojodure d'antimoine) vorschlagen.

---

*) In Deutschland: in Baden (Wittichen, Wenzelsgrube zu Wolfach, Grube Welschsteinach bei Haslach im Kinzingerthale); in Sachsen (Bräunsdorf bei Freiberg); im Harz (Meuseberg bei Neudorf im Anhaltschen); in Westphalen (Untrop in der Grafschaft Mark); in Böhmen (Przibram); in Salzburg (Leoganz).

**) In den hier angezogenen Paragraphen wird man die Darstellung von Berzelius Ansicht finden, nach welcher der Kermes nichts anders als fein zertheiltes Schwefelantimon, mithin mit dem hier betrachteten Sulfurid identisch, der Goldschwefel aber eine höhere Schwefelungsstufe des Antimons ist.

Als die zweckmäßigste Bereitungsart empfehlen sie, ein inniges Gemenge von gleichen Theilen Schwefelantimon und Jod im Sandbade bei gelinder Wärme der Sublimation zu unterwerfen. Die neue Verbindung fängt hiebei bald an, in Gestalt rother (nicht gleich dem Jod selbst violetter) Dämpfe überzugehen, wo dann das Feuer so gemäßigt werden muß, daß man die Hand kurze Zeit an das Sublimationsgefäß halten kann, da eine stärkere Wärme das Sublimat schmelzen und selbst zersetzen könnte. Nach beendigter Sublimation erscheint der Rückstand graugrünlich und besteht größtentheils aus Antimonprotoxyd, nebst einer geringen Menge Jodantimon und Schwefelantimon. Es glückt auch zuweilen, die Verbindung zu erhalten, wenn man in eine Glasröhre, welche gepulvertes Antimon enthält und stark erhitzt ist, zu jedem Ende Jod- und Schwefeldämpfe hineinstreichen läßt.

Das Sublimat erscheint in Form glänzender, durchsichtiger, intensiv hochroth gefärbter, farrenkrautartig zusammengehäufter Blättchen; doch erhält man auch zuweilen prismatische Nadeln, wenn das Sublimationsgefäß sehr groß ist. Es schmilzt sehr leicht, bevor es sich zersetzt und kann in gelinder Wärme, ohne seine Eigenschaften zu verlieren, mehrere Mal sublimirt werden; wird es jedoch stark (mit Luftzutritt) erhitzt, so zerfällt es in Jod, Schwefel, schwefelige Säure und Antimon, welches zum Theil als Oxyd fortfliegt.

Auf der Zunge erregt es einen stechenden unangenehmen Geschmack, welcher ohne Zweifel der Hydrojodsäure zuzuschreiben ist, die sich sehr schnell durch Zersetzung bei der Berührung mit dem Speichel bildet. Sein Geruch ist unangenehm und erinnert an einige Schwefelpräparate.

Das Licht scheint auf unsre Substanz keinen Einfluß zu äußern, denn ihre Farbe wird nicht bemerklich verändert.

Alkohol und Aether zersetzen sie schon in der Kälte und zwar vollkommen; sie lösen das Jod auf und fällen den Schwefel und das Metall als ein gelbes Pulver, ohne Zweifel als Schwefelantimonhydrat oder sehr fein zertheiltes Schwefelmetall.

Das Wasser zersetzt sie in Hydriodsäure, Antimonprotoxyd und damit verbundenen Schwefel, den man theils durch saures weinsteinsaures Kali oder auch durch verdünnte Salzs. leicht trennen kann.

Die Salpeters., salpetrige Säure, Schwefels., Salzs. und Salpetersalzs. scheiden schon in der Kälte das Jod aus oder lösen es vollkommen auf. Die einen lösen das Metall auf, ohne den Schwefel anzugreifen, wie die beiden letztgenannten; die andern oxydiren das Metall und verwandeln den Schwefel in schwefelige Säure und Schwefelsäure.

Die schwefelige Säure und Schwefelwasserstoffs. äußern weder in

Gasform, wenn man sie auf die trockne Substanz streichen läßt, noch in flüssiger Form, eine Einwirkung. Eben so auch die Pflanzensäuren.

Durch reines Chlorgas wird sie zersetzt; zuerst Jod ausgeschieden, welches sich in einem Ueberschusse des Gases bald wieder auflöst, dann Chlormetall gebildet und der Schwefel als Chlorschwefel in weißen dicken Dämpfen verflüchtigt. Setzt man etwas Wasser hinzu, so entsteht Schwefels., ohne Zweifel Hydriods. und das Chlormetall wird in basisches Salz oder bloßes Oxyd verwandelt.

Wird die Substanz mit Kali und Natron heftig erhitzt, so entstehen jodsaure, hydriodsaure und schwefelsaure Salze, nebst Schwefelkalium oder Schwefelnatronium und Antimonoxyd in dem Ueberschusse der Alkalien aufgelöst. Man erhält daher auch durch Zusatz einer schwachen Säure zu der aufgelösten Masse einen gelben Schwefelantimon-Niederschlag.

Durch flüssiges Aetzammoniak entsteht ein weißlicher Niederschlag von Schwefel und Antimonprotoxyd, so wie auch Hydriodsäure.

Nach der obgenannten Chemiker Ansicht befindet sich in unserer Verbindung der Schwefel und das Jod als Jodschwefel mit dem Antimon vereinigt. Wenn nun nach Thomson der Jodschwefel aus 1 Atom Schwefel und 1 Atom Jod besteht, so würde dieser neue Körper eine Verbindung seyn von 1 Atom Jodschwefel, 1 Atom Antimon, dem Gewichte nach von 76,6 Jodschwefel, 23,2 Antimon.

Die Verfasser haben sich vorgenommen, die Einwirkung des Jods auch auf andre Schwefelmetalle zu prüfen. (Journ. de Pharm. B. 10. S. 511. Schw. J. 1825. N. R. XIII. S. 53).

---

† Uransulfurid.

Das Uran hat nur eine sehr schwache V. zum Schwefel. — Klaproth und Buchholz versuchten Uransulfurid durch Glühen des Oxyds mit Schwefel zu erhalten. Es entband sich schwefeligs. Gas; der Rückstand war aber nur Uranprotoxyd. Rose erhielt wirkliches Uransulfurid dadurch, daß er über Uranprotoxyd, welches in einer porzellanenen Röhre sehr heftig glühte, Dämpfe von Schwefelkohlenstoff leitete. Das so gewonnene Sulfurid ist dunkelbleigrau, beinahe schwarz und giebt beim Reiben einen grauen, metallischen Strich. Im Feuer verbrennt es zu Protoxyd. Salzsäure greift es nur wenig an; Salpetersäure löst es aber auch in der Kälte und mit Hinterlassung von Schwefel auf. (Berzelius).

---

† Cersulfurid.

Die Verbindungen des Ceriums mit Schwefel sind unbekannt. Das Ceroxyd mit Schwefel zusammengeschmolzen wird nur theilweis zu Cersulfurid reducirt. Es entwickelt sich nur eine sehr geringe Menge schwefeliger Säure, und man bekommt ein Gemeng von Ceriumoxyd und Ceriumsulfurid mit schwefels. Ceriumprotoxyd, welches ein Pulver von grüner Farbe bildet. (Berzelius).

---

† Kobaltsulfurid.

Man kann dasselbe durch das erste, zweite, vierte und fünfte Verfahren erhalten. Es ist graugelb von Farbe, metallisch glänzend und krystallinisch und besteht aus 100 Kobalt und 55,5 Schwefel. Arfwedson stellte noch ein andres Kobaltsulfurid dar, welches nicht ganz $1\frac{1}{2}$ mal so viel Schwefel als das vorige enthielt, ohne es indeß näher zu untersuchen. (Berzelius).

Titansulfurid.

Dasselbe läßt sich bereiten, indem man Schwefelkohlenstoff durch Titanperoxyd, oder richtiger Titansäure, streichen läßt, welche einem sehr heftigen Feuer in einer Porzellanröhre ausgesetzt ist. Es ist dunkelgrün. Durch die geringste Berührung mit einem harten Körper erhält es einen sehr deutlichen Metallglanz, ähnlich dem von Messing. An der Luft erhitzt entzündet es sich, brennt mit einer bläulichen Flamme und verwandelt sich in schwefeligsaures Gas, welches entweicht und in Titansäure. Durch Mengung mit Salpetersäure erhitzt es sich; es zeigen sich röthliche Dämpfe; die Fl. wird milchig und die Titans. setzt sich als feines Pulver ab: beim Sieden verdichtet sich dann der nicht angegriffene Schwefel und gerinnt zu kleinen Klümpchen.

Digerirt man das Titansulfurid mit einer Auflösung kaustischen Kali's, so entsteht sogleich unlösliches saures titansaures Kali und eine lösliche schwefelwasserstoffsaure Verbindung. Mithin entspricht die Quantität Schwefel in diesem Sulfurid der des Sauerstoffs in der Säure, mithin tritt auch bei der Verbrennung des Titansulfurids ein Proportionaltheil Srst. an die Stelle eines Proportionaltheils Schwefel. Nimmt man also eine gewisse Quantität Sulfurid, calcinirt sie und wiegt das durch die Calcination entstehende Peroxyd, so werden sich dadurch die Verhältnisse der Bestandtheile des Sulfurids wie des

Oxyds bestimmen lassen. Rose fand auf solche Weise, daß das Sulfurid bestehen müsse aus 49,17 Titan und 50,83 Schwefel.

Wismuthsulfurid (Wismuthglanz).

Bestehend aus 100 Wismuth und 22,52 Schwefel nach Lagerhielm (Ann. de Chim. tome XCIV. p. 161) Gelblichgrau, minder leichtflüssig, als das Wismuth; in Nadeln krystallisirend; ohne Wirkung auf das trockne wie das feuchte Sauerstoffgas in gewöhnlicher T.; absorbirt es bei einer mäßigen Hitze und giebt schwefeligsaures Gas und wahrscheinlich ein Sulfat damit; in starker Hitze schwefeligs. Gas und Wismuthoxyd. (Lagerhielm fand, daß es sich mit reinem Wismuth in allen Verhältnissen zusammenschmelzen läßt).

Dieß Sulfurid kommt nur selten in der Natur vor. Niemals bildet es Lager für sich allein, sondern findet sich nur auf den Gängen und Lagern (amas) andrer Metalle, namentlich von Silber, wo es das Arsenikkobalt begleitet. (In Hanau (Bieber); in Böhmen (Joachimsthal); im Erzgebirge Sachsens (Joh. Georgenstadt, Stockwerk zu Altenberg, Tannenbaum zu Schwarzenberg, Gottes Segen an der Spitzleite zu Schneeberg), Würtemberg (vordem in Wolfgangs tiefem Stollen in der Reinerzau, mit Flußspath in Granit); Schwaben (Wittichen); Schweden (Riddarhytta). Auch in einigen Zinn- und Kupferbergwerken von Cornwallis wird es angetroffen.

Um es künstlich zu bereiten, hat man den reinen Schwefel direct mit reinem Wismuth zu verbinden (232, erstes Verf.). Die Verbindung geht leicht, ja mit solcher Energie von Statten, daß das Sulfurid im Augenblick seiner Bildung glühend wird.

Kupfersulfuride.

244. Prosulfurid (Kupferglanz). — Bestehend aus 100 Th. Kupfer und 25,42 Schwefel nach Berzelius; fest, bleygrau; in verschiedenen Modificationen des regelmäßigen hexaedrischen Prisma's krystallisirend; leichtflüssiger als das Kupfer; durch die Hitze nicht zersetzbar; ohne Wirkung bei gewöhnlicher T. auf das trockne, wie auf das feuchte Sauerstoffgas; absorbirt dasselbe bei einer mäßigen Hitze und giebt damit schwefelige Säure und ein Sulfat; in hoher T. schwefelige Säure und Kupferoxyd; läßt sich nicht mit einem Ueberschuß von Kupfer zusammenschmelzen. Man erhält dieß Sulfurid

durch Erhitzung gleicher Theile Schwefel und zertheilten Kupfers in einem Tiegel oder einer Retorte. Im Augenblick der Verbindung beider Körper beobachtet man Licht- und Wärmeentbindung. Es läßt sich auch durch Erhitzung des getrockneten schwefelsauren Kupferdeutoxyds in einem Kohlentiegel bereiten, woraus folgt, daß die Hälfte des, in diesem Salze enthaltenen, Schwefels entweicht. Außerdem aber, daß dieß Verfahren minder bequem, als das andre, ist, wird auch oft ein Theil des Kupfers durch die Wirkung der Kohle auf den Schwefel frei gemacht. (Berthier).

Das Kupferprosulfurid kommt in der Natur vor, bald blos in Krystallen in den Kupferkiesen, wie in Cornwallis, bald in ziemlich beträchtlichen und der Nutzung fähigen Massen, wie in Sibirien. Außerdem kommt es an mehrern Orten in verschiedenen Verhältnissen mit Kupferkies gemengt vor, so im Mannsfeldischen.

Das Prosulfurid macht fast die Hälfte in der Zusammensetzung des Kupferkieses (Kupfersulfurid mit Eisensulfurid) aus, eines Minerals, das sich auf Lagern und Gängen in den Felsarten aller Zeiten findet, und aus welchem man einen Theil des, zu technischen Zwecken angewandten, Kupfers gewinnt. Durch Rösten dieses Doppelsurids kann man einen kleinen Theil des Schwefels erhalten, der in seine Zusammensetzung eingeht.

Deuto- oder Bisulfurid. — Dieß ist immer ein Erzeugniß der Kunst und läßt sich leicht erhalten, indem man Schwefelwasserstoffgas durch eine Auflösung von Kupferdeutoxyd streichen läßt (232, viertes Verf.): es enthält auf die nämliche Quantität Metall zweimal so viel Schwefel, als das Prosulfurid.

---

† Tellursulfurid.

Nach Klaproth verbindet sich das Tellur mit dem Schwefel in zwei Verhältnissen. Tellursulfurid ist stahlgrau, halbgeflossen, porös und von mittelmäßigem Metallglanz. Wird es mit mehr Schwefel geschmolzen, so erhält man ein bleyfarbiges, straliges, krystallisirtes Prosulfurid.

---

† Nickelsulfurid.

Das Nickelsulfurid wird durch das erste und das zweite Verfahren erhalten; ist metallisch glänzend, graugelb, wird vom Magnet gezogen, und sowohl von Salpetersäure als Königswasser aufgelöst; wird

durch Glühen zersetzt und bildet dabei eine schöne Efflorescenz von grüner Farbe. Es enthält auf 100 Metall 54,13 Schwefel. Dieses Sulfurid kommt als Haarkies in feinen haarförmigen Nadeln krystallisirt vor. Klaproth hatte darin Nickel, Kobalt und Arsenik zu finden geglaubt. Berzelius aber erkannte den Haarkies durch sein Verhalten vor dem Löthrohr als natürliches Nickelsulfurid und Arfwedson bestimmte das Verhältniß seiner Bestandtheile, fand von Kobalt nur so wenig darin, um nicht geschätzt werden zu können und von Arsenik kaum Spuren. — Ein andres Nickelsulfurid, welches nur halb so viel Schwefel als das vorige enthält, hat Arfwedson dadurch dargestellt, daß er über glühendes schwefelsaures Nickeloxyd Wasserstoffgas streichen ließ; wobei man zu Anfange der Operation schwefeligsaures Gas und Wasser erhält. Dieses Sulfurid ist lichter von Farbe und leichtflüssiger als das vorige. (Ann. de Chim. et de Ph. oct. 1824. p. 182).

Bleyprosulfurid (Bleyglanz).

245. Bestehend aus 100 Bley und 15,54 Schwefel; fest, glänzend, geschmacklos, viel strengflüssiger, als das Bley, unzersetzbar durch das Feuer, wirkungslos auf das trockne, wie das feuchte Sauerstoffgas bei gewöhnlicher T.; absorbirt dasselbe bei einer mäßigen Hitze und giebt damit weißes Sulfat und schwefeligsaures Gas, in hoher T. dagegen schwefeligsaures Gas, schwefelsaures Bley, welches sich zum Theil sublimirt und Bley (1233).

Dieß Sulfurid läßt sich durch das erste, zweite, vierte und fünfte Verfahren erhalten (232); am beßten jedoch durch das erste, mittelst Erhitzung von drei Theilen gekörnten Bley's und zwei Theilen Schwefel in einem Tiegel oder einer Retorte. Man bemerkt, daß im Augenblick der erfolgenden Verbindung eine so starke Entwickelung von Wärmestoff und Licht Statt hat, daß der Boden des Kolbens zum Glühen kommt.

Das dritte Verfahren ist nicht anwendbar; denn wenn man das schwefelsaure Bley in einem Kohlentiegel der Rothglühhitze aussetzt, so entbindet sich schwefeligsaures Gas und es entsteht ein Subprosulfurid, welches nur halb so viel Schwefel als das eigentlich so genannte Prosulfurid enthält; auch scheint es, daß in einer hohen T. ein Theil des Subsulfurids sich verflüchtigt und ein andrer sich zersetzt, indem er reines Bley fallen läßt (Berthier in der angeführten Abh.).

Das Bleyprosulfurid, gewöhnlich unter dem Namen Bleyglanz (galène) bekannt, ist das einzige Bleyerz, das in beträchtlichen Abla-

gerungen vorkommt. Es findet ſich ziemlich häufig auf Gängen und manchmal auf Lagern in den Urgebirgen; letztre Art ſeines Vorkommens iſt jedoch gewohnlich die in den Uebergangsgebirgen und den erſten Schichten der Flötzgebirge. Es iſt ſehr allgemein verbreitet. Ganz beſonders reichhaltig daran ſind namentlich die Bergwerke zu Derbyſhire in England, welche faſt die Hälfte des jährlich in den Handel übergehenden Bleys liefern. (Es kommt hier beſonders häufig auf Flußſpathgängen vor). Kryſtalliſirt zeigt es ſich unter der Geſtalt von Kuben, Octaedern und allen davon abgeleiteten Formen. Man unterſcheidet mehrere Varietäten nach dem Gefüge der Maſſen; den blättrigen Bleyglanz mit großen oder kleinen Facetten und den dichten Bleyglanz (Bleyſchweif, sulfure de plomb compacte); der erſte iſt faſt immer ziemlich rein; die andern Arten enthalten mehr oder weniger an Sulfuriden von Silber, Antimon, und manchmal Kupfer und Zink.

Man benutzt das natürliche Bleyſulfurid hauptſächlich zur Gewinnung des Bley's. Die Töpfer bedienen ſich ſeiner auch, um ihren irdenen Waaren damit eine Glaſur zu geben. Sie beſtreuen die Gefäße damit und ſetzen ſie dann dem Feuer aus. Der Schwefel wird hiedurch in ſchwefelige Säure verwandelt und entweicht, und das Bley geht in Oxyd über, welches ſich mit der Subſtanz des Gefäßes verbindet und damit verglaſt.

Queckſilberſulfurid (Zinnober).

245. Nach Guibourt giebt es nur ein einziges Queckſilberſulfurid, nämlich welches dem Deutoxyd entſpricht; alle andern ſind nach ihm nur Gemenge aus dieſem und aus Queckſilber oder aus Schwefel. Als Beweis dafür führt er die Wirkung des Schwefelwaſſergaſes auf die Salze des Queckſilberprotoxyds und die des Queckſilberdeutoxyds an. Die erſtern geben ein ſchwarzes Sulfurid, aus dem durch bloßen Druck Queckſilber in kleinen Kügelchen ausgepreßt wird; die zweiten geben ein ebenfalls ſchwarzes Sulfurid, welches aber homogen iſt, und aus dem ſich kein Antheil Queckſilber ohne Zerſetzung des Sulfurids ausziehen läßt. Dieſer Verſuch thut allerdings mit Beſtimmtheit dar, daß es kein Proſulfurid von Queckſilber, wohl aber ein Deutoſulfurid deſſelben giebt; iſt aber nicht hinreichend, zu beweiſen, daß dasjenige Sulfurid, welches gewöhnlich auf dem Wege der Sublimation erhalten wird, eine rothe Farbe beſitzt, und von jeher den Namen Zinnober (cinnabaris, cinnabre) geführt hat, kein Sulfurid in beſtimmten Verhältniſſen ſey.

Guibourt beantwortet dieſe Schwierigkeit durch die Verſche-

rung, daß das ſchwarze Deutoſulfurid ſich vollſtändig in Zinnober oder rothes Sulfurid verwandelt, ohne etwas von ſeinen Beſtandtheilen zu verlieren, wenn man es in verſchloſſenem Gefäße erhitzt, und daß beide die nämliche Quantität Schwefel enthalten. Sollte nicht, wenn dem ſo iſt, das ſchwarze Deutoſulfurid ein Hydrat ſeyn? (Ann. de Ch. et de Phys. tome I. pag. 422).

Wie dem auch ſey, wir werden nur von dem eigentlich ſo genannten Zinnober hier näher ſprechen. Nach der Kenntniß ſeiner Eigenſchaften wird es dann leicht ſeyn, ſich eine Vorſtellung von den andern Queckſilberſulfuriden zu machen, welche einige Chemiker annehmen.

Zinnober. — Der Zinnober beſteht aus 100 Queckſilber und 15,88 Schwefel. In einem Kolben einer, dem Braunroth nahen, Hitze ausgeſetzt ſublimirt er ſich ohne anſcheinende Schmelzung und hängt ſich am obern Theil des Gefäßes unter Geſtalt einer, aus einer Menge kleiner Nadeln beſtehenden, Schicht an. Läßt man ihn durch eine, im Feuer heftig rothglühende, Röhre ſtreichen, ſo wird er mit ſtarker Detonation zerſetzt, welche von Ausdehnung des Queckſilberdampfes herrührt. Mit Schwefel oder Queckſilber in verſchiedenen Verhältniſſen mäßig erhitzt oder gerieben, vertauſcht er ſeine rothe Farbe mit einer ſchwarzen oder ſchwärzlich violetten. Bei der gewöhnlichen T. iſt er auf das trockne wie das feuchte Sauerſtoffgas ganz ohne Wirkung; verſchluckt es aber in der Hitze und verwandelt ſich in ſchwefeligſaures Gas und in Queckſilber; verhält ſich zur atm. Luft wie zum Sauerſtoffgaſe; giebt bei hinlänglich erhöhter T. allen ſeinen Schwefel an das Eiſen oder faſt jedes andre Metall ab, was man mit ihm erhitzt.

Der Zinnober bildet ziemlich beträchtliche Ablagerungen; man findet ihn in den Urgebirgen (Szlana in Ungarn); aber hauptſächlich kommt er in dem untern Theil der Uebergangsgebirge vor; ſo im Zweibrückiſchen; in Krain; zu Almaden in Spanien und in mehrern Bergwerken von Mexico und Peru. In Frankreich hat man nur zu Menildot, im Depart. de la Manche, Anzeichen davon, und auch dieſe gehören derſelben Lagerungsart an. Viel ſcheint in China davon vorzukommen. Aus dieſem Lande kommen die ſchönſten Zinnoberkryſtalle; ſie haben die Geſtalt regelmäßiger heraedriſcher Prismen, während die meiſten Europäiſchen Verbindungen von Rhomboedern ſind. Uebrigens finden ſie ſich immer in Höhlungen, welche in der Mitte verſchiedener Ablagerungen befindlich ſind, deren Maſſe ein Gemeng von erdigen Stoffen, zertheiltem Zinnober und kleinen Parthien (amas) gekörnten Zinnobers iſt.

Wahrſcheinlich würde ſich das Queckſilberſulfurid ſehr rein und

schön durch Sublimation des, in der Natur vorkommenden, erhalten lassen. Gewöhnlich aber wird es in ganzen Stücken bereitet. Braucht man nur eine kleine Quantität davon, wie in den Laboratorien, so läßt man 1 Theil Schwefel in einem Tiegel schmelzen, setzt dann nach und nach 4 Theile Quecksilber hinzu und rührt die Masse wohl um; der Schwefel und das Quecksilber verbinden sich und geben ein violettes, manchmal schwärzliches, Sulfurid. In diesem Zustand wird das Sulfurid gewöhnlich mineralischer Mohr (aethiops mineralis) genannt. Man bringt dieß Sulfurid in einen langhalsigen Glaskolben und setzt es in bloßem Feuer einer dem Rothglühen nahe kommenden Hitze aus: der Ueberschuß des Schwefels entweicht, verbrennt und das Quecksilbersulfurid sublimirt sich als Zinnober und krystallisirt im Hals des Kolbens in violetten Nadeln. Wenn der Zinnober keine schöne Farbe zeigt, so wird er von Neuem sublimirt, wo er dann viel schöner wird. Die Fabrication des Zinnobers geschieht im Großen in Holland, zu Idria u. s. w. In Holland bedient man sich statt der Tiegel gußeiserner Becken (bassins); man schmilzt den Schwefel darin und läßt das Quecksilber durch ein Gemsfell darauf laufen, wodurch man die Verbindung rascher und homogener zu machen bezweckt. Sobald sie zu Stande gekommen ist, wird der Zinnober aus dem Becken in ein darüber angebrachtes Gefäß übersublimirt, wo er sich verdichtet.

Mit Ausnahme des Quecksilbers, welches in sämmtlichen erwähnten Bergwerken gediegen vorkommt, und welches man nur aufzusammeln braucht, wird alles übrige, welches im Handel vorkommt, aus dem natürlichen Zinnober gewonnen; und namentlich wird es fast ausschließlich von den Bergwerken zu Almaden und Idria geliefert (1231). Der künstliche Zinnober wird zum Malen angewandt. Gepulvert, gewaschen und getrocknet führt er den Namen Vermillon. Der am meisten geschätzte Vermillon kommt aus China. Derselbe giebt eine sehr haltbare Farbe, welche fast allen Agentien widersteht. Auch in Frankreich fängt man an, sehr schönen Vermillon zu machen.

---

† Osmiumsulfurid.

Man kennt bis jetzt kein solches.

Silberprosulfurid (Silberglanz).

246. Bestehend aus 100 Silber und 14,88 Schwefel nach Berzelius, und ziemlich denselben Quantitäten nach Vauquelin; fest, geschmeidig, leicht zu schneiden, bleygrau und metallisch glän-

zend; leichtflüssiger als das Silber, in Cuben oder Octaedern krystallisirend, unzersetzbar durch das Feuer; ohne Wirkung auf das trockne wie das feuchte Sauerstoffgas bei der gewöhnlichen T.; verschluckt dasselbe in der Hitze und giebt damit schwefeligsaures Gas und Silber; verhält sich zur atm. Luft wie zum Sauerstoffgas.

Man gewinnt das Silbersulfurid durch die beiden ersten und die beiden letzten Verfahrungsarten (232); außerdem bildet es sich auf mehreren andern Wegen. Bekanntlich schwärzt sich das Silber, wenn man es den Dünsten von Abtrittsgruben aussetzt, so wie es auch diese Wirkung sehr schnell von Schwefelwässern erfährt: unter beiden Umständen nämlich kommt es in Berührung mit Schwefelwasserstoffgas, welches es allmälig zersetzt. Macquer erzählt sogar, er habe ein silbernes Gefäß, das aus einer Abtrittsgrube hervorgezogen worden sey, analysirt und dasselbe ganz zerreiblich, ganz schwarz und in Silberprosulfurid verwandelt gefunden. Endlich ist auch bekannt, daß silberne Gefäße durch Eier, welche man darin siedet, mehr oder minder geschwärzt werden; und auch hier ist der Schwefel die Ursach davon.

Das Silberprosulfurid kommt unter dem Namen Silberglanz ziemlich reichlich in der Natur vor, und man gewinnt daraus den größten Theil des in Umlauf befindlichen Silbers. Manchmal bildet es ziemlich mächtige Gänge für sich allein in den Ur- und Uebergangsgebirgen und in den ersten Ablagerungen der Flötzgebirge: so in Europa, in den Bergwerken zu Freiberg in Sachsen, in denen von Ungarn und Siebenbürgen; und in Amerika in den Districten von Guanaruoto, Zacatecas, Catorce, Serro del-Potosi, u. s. w. Oft ist es von Doppelsulfuriden des Silbers und Antimons (Rothgültigerz), des Silbers und Arseniks begleitet; außerdem ist es in fast allen Bleyerzen mit Bleysulfurid gemengt. Das Silbersulfurid findet sich auch manchmal in kleinen Krystallen, manchmal in ziemlich beträchtlichen Lagern (amas) und häufig in ganz kleinen Theilen in verschiedenen Gangsubstanzen eingesprengt.

Platinsulfurid.

Der Schwefel verbindet sich leicht mit dem Platin. Man braucht zu diesem Zweck nur beide zusammen einer hohen T. auszusetzen. Wirklich ist es Vauquelin geglückt, Platinsulfurid dadurch zu erhalten, daß er in einem irdenen Tiegel ein Gemeng aus 1 Th. sehr zertheiltem Platin und 2 Schwefel, oder aus 2 Schwefel und 1 salzs. Ammoniakplatin erhitzte, welches letztre Salz durch bloße Hitze redu-

cirt wird und das Metall frei in sehr zertheiltem Zustande hinterläßt.

Dieß Sulfurid, in einem verschlossenen Gefäße einem starken Hitzegrade ausgesetzt, erfährt keine andre Veränderung als eine Art Schmelzung. In einem offenen Gefäße hingegen calcinirt, entbindet sich der Schwefel daraus als schwefeligsaures Gas, und das Platin, welches ganz im Rückstand bleibt, nimmt Metallglanz an.

Aus 100 Th. gut getrocknetem Sulfurid erhält man ungefähr 84 Platin, woraus erhellt, daß dasselbe aus 100 Platin und 19 Schwefel bestehen muß (Vauquelin, Ann. de Ch. et de Ph. tome V. p. 260).

Wenn man, anstatt auf die erwähnte Art den Schwefel direct mit dem Platin zu verbinden, einen Strom Schwefelwasserstoffgas durch die Auflösung dieses Metalls (Aufl. von salzsaurem Platin) streichen läßt, so entsteht ein schwarzer Niederschlag, welcher viel mehr Schwefel, als das stark calcinirte Sulfurid enthält und hienach als Deutosulfurid zu betrachten ist. Dieser Niederschlag wird, wenn er feucht ist, von der Luft schnell verändert, und giebt nach den Beobachtungen von Proust und Berzelius Schwefels. damit, welche stark genug ist, um das Papier zu verbrennen.

Es giebt also zwei ganz unterschiedne Platinsulfuride. Berzelius, der dieselben annimmt, giebt die Zusammensetzung des erstern zu 16,55 Schwefel und 100 Metall an, während das letztre nach ihm den doppelten Schwefelgehalt hat.

Edmund Davy glaubt sogar, daß es drei Platinsulfuride giebt; deren erstes erhalten wird durch Erhitzen eines Gemengs aus gleichen Theilen Platin und Schwefel mit Ausschluß der Luft in einer Glasröhre und Erhöhung der T. zu Ende der Operation bis zum Dunkelrothglühen; das zweite mittelst des Schwefelwasserstoffgases; das dritte durch Erhitzung bis zum Rothglühen in einer Glasretorte eines Gemengs aus 2 Th. Schwefel und 3 Th. salzs. Ammoniakplatins. Diese Sulfuride sollen nach ihm enthalten auf 100 Th. Platin: das Prosulfurid 19,04 Schwefel; das Deutosulfurid 28,21 Schwefel; das Tritosulfurid 38,8 Schwefel. Ich gestehe, daß mir die Existenz des Tritosulfurids noch zweifelhaft scheint, da nicht mehr Grund vorhanden ist, warum es sich beim dritten als beim ersten Versuch bilden soll. (Syst. de Ch. de Thomson). Zu bemerken ist indeß hiebei, daß die Analyse des Prosulfurids durch Edmond Davy mit der von Vauquelin übereinstimmt.

† Goldsulfurid.

Durch das erste Verfahren läßt sich Goldsulfurid nicht darstellen, wohl aber durch das vierte, indem man einen Strom von Schwefelwasserstoffgas durch neutrales schwefelsaures Goldoxyd leitet, wo es dann mit schwarzer Farbe niedergeschlagen wird. Die Fällung muß in der Kälte geschehen. Es wird durch Destillation leicht zersetzt und der Schwefel verfliegt, ohne daß man nöthig hat, ihn zu oxydiren. Es besteht nach Oberkampf aus 34,39 Schwefel und 100 Gold.

Ein andres Goldsulfurid, welches auf 100 Gold blos 8 Schwefel enthält, läßt sich bereiten, indem man eine kochendheiße Goldauflösung mit Schwefelwasserstoffgas fällt, wobei ein großer Theil des Schwefels zu Schwefelsäure oxydirt wird. Es ist schwarz oder dunkelbraun von Farbe und giebt einen dunkelgelben Strich, wenn es gerieben wird.

Sulfuride von Palladium, Rhodium und Iridium.

Man erhält sie sämmtlich leicht nach Vauquelin durch Mengung Eines Theils Schwefel mit Einem Theil salzsaurem Ammoniakmetall und Calcinirung des Gemengs in einem verschlossenen Tiegel wie bei Bereitung des Platinsulfurids.

Die beiden ersten Sulfuride, insbesondre das des Palladiums, lassen sich in einem Reverberirfeuer schmelzen, nicht so das dritte. Alle drei werden schnell bei Erhitzung unter Luftzutritt zersetzt: der Schwefel verwandelt sich in schwefeligsaures Gas und das Metall wird frei.

Das Sulfurid des Palladiums besteht aus 100 Metall und 24 Schwefel; das des Rhodiums aus 100 Metall und 26 Schwefel; das des Iridiums aus 100 Metall und 33,33 Schwefel. (Vauquelin, Annal. de Ch. tome LXXXVIII et LXXXIX.).

Berzelius, der sich ebenfalls mit der Analyse der Sulfuride von Palladium und Rhodium beschäftigt hat, nimmt die Zusammensetzung des erstern zu 100 Metall und 28,58 Schwefel an. Es giebt nach ihm drei Rhodiumsulfuride, von denen das Prosulfurid auf 100 Metall 13,44 Schwefel enthält, das Deutosulfurid noch einmal so viel, das Tritosulfurid dreimal so viel.

246 bis *).

---

*) In diesem § hat Thénard die Sulfuride von Chrom, Wolfram Tantal, Uran, Cer, Kobalt, Titan, Tellur, Nickel, Osmium, Gold als wenig untersucht, nur kurz berührt. Ich habe sie nach Berzelius an den gehörigen Orten eingeschaltet.

Von den Doppelsulfuriden.

Berthier in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Sulfuride zeigt, daß mehrere derselben sich zu zwei und zwei verbinden und so Doppelsulfuride darstellen können. Namentlich besitzen die Sulfuride der Alkalimetalle oder der Metalle des zweiten Abschnitts diese Eigenschaft. Dieselben verbinden sich nicht allein unter einander, sondern auch mit denen der vier letzten Abschnitte. Die Verwandtschaft, auf welcher diese Arten von Verbindung beruhen, muß sehr schwach seyn, da sie in unbestimmten Verhältnissen erfolgen. Nichts desto weniger aber sind sie gut unterschieden und charakterisirt. Man bemerkt zuvörderst, daß die Producte vollkommen homogen sind; 2) daß eine große Menge derselben sehr schmelzbar ist, wenn sie auch ein für sich unschmelzbares Sulfurid in ziemlich starkem Verhältniß enthalten; 3) daß, wenn man eine Zusammensetzung aus zwei Sulfuriden von sehr verschiedner Dichtigkeit einer beliebig hohen T. aussetzt, sie nie in zwei übereinanderbefindlichen Schichten fließen, welches im Fall bloßer Mengung derselben erfolgen würde. Der bis jetzt dargestellten oder bekannten Doppelsulfuride sind 18 *); nämlich das von Kalium und Natronium, von Calcium und Eisen, von Calcium und Kupfer; von Baryum und Kalium, von Baryum und Eisen, von Baryum und Kupfer, von Baryum und Bley; von Kalium und Kupfer; von Natronium und Mangan, von Natronium und Antimon, von Natronium und Bley; von Magnesium, Kupfer und Eisen; endlich von Antimon und Silber, von Kupfer und Silber, von Kupfer und Antimon, von Kupfer und Wismuth.

Vier dieser Sulfuride kommen in der Natur vor, nämlich die vier letzten; alle andern erhält man durch Erhitzung der Sulfuride in gewöhnlichen Tiegeln und noch besser der Sulfate in Kohlentiegeln. Die T. kann bis 150° Pyrom. Wedgw. gesteigert werden, wenn das Sulfurid nicht flüchtig ist; blos bis 70° darf sie getrieben werden, wenn eins der Sulfuride fähig ist, in Dämpfe überzugehn, wie z. B. das von Kalium. (S. Ausführlicheres über diese Zusammensetzungen in der Abhandlung von Berthier. Ann. des Mines, VII. p. 438).

---

*) Mehrere derselben hat jedoch Berzelius noch dargestellt; siehe namentlich die verschiedenen Darstellungsarten der Doppelsulfuride von Kalium mit andern Metallen in. s. Chemie 2te Ausg. II. S. 67.

† Von den Verbindungen einiger Metallsulfuride mit Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff.

Das Kalium- und das Natroniumsulfurid vermag sich auch mit Schwefelwasserstoffgas und das Kalium- und das Calciumsulfurid mit Schwefelkohlenstoff (nach Berzelius) zu verbinden.

Die Verbindungen des Kalium- und Natroniumsulfurids mit Schwefelwssst. werden erhalten, indem man metallisches Kalium oder Natronium in überschüssigem Schwefelwasserstoff erhitzt (s. 439).

Nach Berzelius ist auch das, was Thénard als neutrales schwefelwssstf. Kali und neutrales schwefelwssstf. Natron aufführt (1108 und 1009) nichts andres als eine Verbindung von Schwefelmetall mit Schwefelwssst (s. dessen Chemie zweite Ausg. Bd. II. S. 67, 68).

Schwefelkaliumund Schwefelkohlenstoff. — Diese Verbindung wird nach Berzelius nur auf dem nassen Wege erhalten, indem das erste Schwefelkalium in Wasser aufgelöst und mit Schwefelkohlenstoff digerirt wird. Der Schwefelkohlenstoff löst sich auf, und die Flüssigkeit färbt sich nach und nach dunkelgelb. Die Auflösung zersetzt sich sehr geschwind an der Luft; es wird kohlensaures Kali, und im Maximum geschwefeltes Kalium gebildet. Wird Schwefelkohlenstoff mit kaustischem Kali in verschlossenen Gefäßen lange digerirt, so erhält man die nämliche Verbindung. Ein Theil des Kohlenstoffs reducirt Kali, es wird kohlensaures Kali und Schwefelkalium gebildet, und dieses löst den Schwefelkohlenstoff auf. Die Auflösung hat eine dunklere Farbe als das Schwefelkalium, und Säuren schlagen daraus ein weiches Magma nieder, das nach Schwefelkohlenstoff riecht. Versucht man Schwefelkohlenstoff in Dampfgestalt über glühendes kohlensaures Kali zu leiten, so wird es zersetzt, und man erhält das dritte Schwefelkalium mit Kohle vermischt. Das Schwefelkalium löst sich in Wasser auf, und die ausgeschiedne Kohle kann durch Filtriren abgeschieden werden.

Schwefelcalcium mit Schwefelkohlenstoff wird nach Berzelius erhalten, wenn das erste Schwefelcalcium mit Wasser und Schwefelkohlenstoff digerirt wird. Die Aufl. ist tief orangegelb, sonst aber nicht weiter untersucht.

Von den Metallseleniden oder Selenmetallen.

246 ter. Das Selen hat bisher nur mit folgenden Metallen in Verbindung gebracht werden können: dem Kalium, (Calcium) Zink, Eisen, Zinn, Arsenik, Antimon, Kobalt, Wismuth, Kupfer, Bley,

Tellur, Queckſilber, Silber, Palladium und Platin: da es indeß mit allen dieſen mehr oder minder innige Verbindungen darſtellt, ſo läßt ſich vermuthen, daß es auch der Verbindung mit allen andern fähig iſt.

Die Metallſelenide zeigen ſich in ihrem Verhalten den Metallſulfuriden ſo analog, daß ſich das, was wir über die phyſiſchen Eigenſchaften letztrer, über die Erſcheinungen, die ſie bei Berührung mit Srſt., mit atm. L., mit W., und über die Wirkung, die verſchiedne Temperaturen darauf haben, anführten (226), faſt ganz darauf anwenden läßt.

Ihre Zuſammenſetzung iſt ebenfalls feſten Geſetzen unterworfen: ſie enthalten um ſo mehr Selen, je mehr Srſt. das Metall, was ihnen als Baſis dient, zu verſchlucken vermag, und die Erfahrung lehrt, daß, wenn ein Metall zu ſeiner Oxydation einen Theil Srſt. erfodert, es 4,854 Selen aufnimmt, um zum Selenid zu werden. Es giebt auch mehrere Selenide des nämlichen Metalls, wie es mehrere Sulfuride giebt.

Die Selenide von Kupfer, von Kupfer und Silber ſind die einzigen, welche man bis jetzt in der Natur vorgefunden hat. Das beßte Verfahren, die Selenide in feſten Verhältniſſen darzuſtellen, iſt unſtreitig, die Metallauflöſungen durch Selenwaſſerſtoff zu fällen, ſo wie man ſich zu Bereitung der Sulfuride des Schwefelwaſſſts bedient (232, 4tes Verf.); doch laſſen ſich auch die Proſelenide durch directe Verbindung der Metalle mit Selen bereiten, wofern man nur Sorge trägt, den Ueberſchuß des letztern zu Ende der Operation durch die Hitze zu verjagen.

Kaliumſelenid. — Das Kaliumſelenid wird durch directe Verbindung des Selens mit dem Kalium erhalten. Im Augenblick der Vereinigung wird ſo viel Wärme frei, daß eine kleine Menge Selenid ſich ſublimirt und die Maſſe glühend wird; daher die Bereitung dieſer Zuſammenſetzung eben ſo wie die des Kaliumſulfurids vorzunehmen iſt (234). Das Kaliumſelenid fließt zu einem anſcheinend metalliſchen Korn, von eiſengrauer Farbe, kryſtalliniſch-ſtraligem Bruch. In Berührung mit W. gebracht, löſt es ſich ohne Gasentwicklung darin auf und giebt durch Zerſetzung deſſelben ein Hydroſelenid von Kali (ſelenwaſſſtſ. Kali). Die Auflöſung iſt dunkelroth; Säuren machen den Selenwaſſſt. daraus frei und fällen Selen; dieß Selen iſt es unſtreitig, welches ſich in Ueberſchuß in der Auſl. findend, dieſelbe färbt; denn es bildet mit den Hydroſeleniden der Alkalien Hydroſelenide mit Ueberſchuß von Selen (hydro-séléniures séléniés), analog in ihrer Art den Hydroſulfuriden mit überſchüſſigem Schwefel. Jedoch bemerkt Berzelius, daß ſelbſt in dem Fall, wo ein Ueberſchuß von Kalium

vorhanden ist, und wo mithin das Selenid Wsstgas in seiner Berührung mit dem W. entbindet, die Fl. eine rothe Farbe annimmt.

† Calciumselenid (nach Berzelius). Wird ein Gemeng von reinem kaustischem Kalk und Selen beinahe bis zum anfangenden Glühen erhitzt, so erhält man durch Verbindung beider Körper eine schwarze oder dunkelbraune zusammengesinterte Masse, die nach der Abkühlung weder Geschmack noch Geruch hat und in W. unaufl. ist. Gepulvert hat sie eine dunkelbraune Farbe und Säuren scheiden daraus Selen in angeschwollenen rothen Flocken ab, zum Beweis, daß sie nicht eine bloße mechanische Mengung von Kalk mit Selen gewesen ist. Diese Verbindung ist Calciumperselenid, mit selens. Kalk gemengt.

Erhitzt man diese Verbindung bis zum Glühen, so giebt sie Selen ab und man erhält Calciumproselenid von hellrothbrauner Farbe. Es bildet durch Reiben ein fleischrothes Pulver und ist übrigens eben so unaufl. und geschmacklos, als das Perselenid. Mischt man eine Aufl. von salzs. Kalk mit einer Aufl. von Kaliumselenid, so erhält man einen fleischrothen Niederschlag, der dieselbe Verbindung ist.

Berzelius erhielt auch krystallisirtes Caliumselenid, wenn eine Aufl. von Kalk in Selenwasserstoff in einem unvollkommen zugepfropften Glase von der Luft allmälig zersetzt wurde. Die Flüssigkeit verlor ihre Farbe und es setzte sich Selencalcium an der Oberfläche ab. An den Seiten des Glases setzten sich kleine dunkelbraune, undurchsichtige Krystalle ab, die, so weit es wegen der geringen Größe derselben zu bemerken war, aus vierseitigen Prismen, mit quer abgeschnittenen Enden, bestanden. Die ersten hatten sich je 3 und 3 zusammengesetzt, mit einer Neigung gegen einander von 120°; bei einigen hatten sich sternförmige Figuren von 4 und 5 Strahlen gebildet. Die Flüssigkeit enthielt noch aufgelösten Kalk

Zinkselenid. — Wenn man Zink und Selen zusammen in einer Glasröhre erhitzt, so schmilzt letztres, breitet sich über die Oberfläche des Metalls aus und verflüchtigt sich bald; (das Zink bleibt dabei mit einem zitrongelben Ueberzuge, welcher Zinkselenid ist, bedeckt zurück). Läßt man aber Selendampf zu Zink, der bis zum Rothglühen erhitzt ist, treten, so fängt die Masse Feuer, explodirt, und die Gefäße überziehen sich inwendig mit einer Lage zitronengelben Pulvers. Dieß Selenid, welches auch nach dem Erkalten gelb bleibt, ist ein wahres Zinkselenid, welches dem auf dieselbe Weise dargestellten Zinksulfurid sehr nahe kommt.

Eisenselenid. — Man thue Selen auf den Boden einer, am untern Ende verschlossenen, Glasröhre, bedecke es mit Eisenfeile, und umgebe die Röhre mit glühenden Kohlen. Das Selen wird sich

verflüchtigen und unter sehr lebhafter Lichterscheinung mit dem Eisen verbinden. Keine Lichtentwicklung würde Statt haben, wenn man das Selen mit der Eisenfeile mengte; indem es sich dann, bevor es sich verbinden könnte, fast ganz verflüchtigen würde, oder wenigstens würde sich die Eisenfeile höchstens mit einer dünnen Schicht Selenid bedecken.

Das Eisenselenid ist von metallischem Ansehn und einer grauen, ins Gelbe ziehenden, Farbe. Vor dem Löthrohr läßt es eine gewisse Quantität Selen fahren und fließt zu einer schwarzen Masse, welche ein Seleniat zu seyn scheint. Die tropfbare Salzs. greift das Eisenselenid in der Hitze an; das W. wird zersetzt und es entsteht dadurch Selenwssstgas und salzs. Eisenprotoxyd; die Flüssigkeit färbt sich sofort zinnoberroth und trübt sich, welches allem Anschein nach daher rührt, daß der Srst. der, in der S. oder in den Gefäßen enthaltenen, atm. L. den ersten Antheil von Selenwssstgas zersetzt und das Selen daraus fällt: auch tritt die nämliche Erscheinung sogleich ein, wenn im Laufe des Versuchs die atm. L. in den Apparat dringt.!

Wie es scheint, bildet sich bei diesem Versuch noch ein andres verbrennliches Gas, welches vom Selenwssstgas leicht dadurch zu unterscheiden ist, daß es weder in W. noch den Alkalien aufl. ist.

Arsenikselenid. — Wenn man metallisches Arsenik in schmelzendes Selen bringt, so verbindet es sich allmälig damit; eine mäßige Hitze verflüchtigt denjenigen beider Körper, welcher in Ueberschuß vorhanden ist und läßt als Rückstand eine schwarze, sehr leichtflüssige, Masse. In der Rothglühhitze siedet diese Masse und es destillirt eine Zusammensetzung daraus über, welche Arsenikperselenid zu seyn scheint; bald aber hört das Sieden auf und die rückbleibende Masse fließt nachher bei fortgesetztem mäßigem Glühen ohne Aufwallen. Zur Sublimation dieser Masse wird dann eine Erhöhung der T. fast bis zur vollen Weißglühhitze erfordert; sie ist nach dem Erkalten schwarz, ins Braune ziehend; ihre Oberfläche ist glasartig glänzend, und eben so ihr Bruch glasartig.

Antimonselenid. — Dieß Selenid, welches sehr leichtflüssig ist, eine bleygraue, metallisch aussehende, im Bruch krystallinische Masse darstellt, und durch directe Verbindung des Selens mit dem Antimon leicht zu erhalten ist, bedeckt sich, unter Luftzutritt erhitzt, mit einer verglasten Schlacke. Diese ist unstreitig eine Verbindung von Antimonselenid und Antimonoxyd; wenigstens verbinden sich diese beiden Körper leicht und geben eine bräunlichgelbe, in dünnen Schichten durchsichtige, glasartige, dem sogenannten Spießglanzglas ganz analoge Verbindung.

Kupferselenide. — Das Pro- und Deutoselenid des Kup-

fers laſſen ſich leicht erhalten. Um das letztre zu bereiten, braucht man nur Selenwaſſſtgas durch eine Aufl. von ſchwefelſ. Kupferdeutoxyd ſtreichen zu laſſen: ſogleich fällt das Deutoſelenid in großen ſchwarzen Flocken nieder, welche durch Trocknen dunkelgrau werden. In einer kleinen Retorte der Rothglühhitze ausgeſetzt, läßt dieß Selenid die Hälfte ſeines Selens fahren und geht in Proſelenid über, welches ſehr leichtflüſſig iſt und beim Erkalten zu einer ſtahlgrauen Maſſe von dichtem Bruch (cassure compacte) und vom Anſehn des grauen Kupferſulfurids erſtarrt. Das Proſelenid läßt ſich auch mittelſt directer Verbindung des Selens mit dem Kupfer, durch Erhitzung beider bis zum Rothglühen, bereiten.

Bleyſelenid. — Das Selen und Bley verbinden ſich direct mit Freiwerden von Wärme aber ohne Licht. Das ſo erhaltene Selenid ſtellt eine poröſe, graue Maſſe dar, die durch Reiben Politur und eine ſilberweiße Farbe annimmt. Es ſchmilzt nicht in der Rothglühhitze. In die Spitze der Flamme des Löthrohrs gebracht, läßt es etwas Selen fahren, welches unſtreitig verbrennt und durch Verſchluckung des Srſts der Luft ein baſiſches ſelenſaures Bleyſalz bildet, welches, wenn der Verſuch in der Hölung einer Kohle angeſtellt wird, bald in dieſe ſich hineinzieht und an der Oberfläche der Höle einen ſilberglänzenden Ueberzug von Selenid, welches von reducirtem Seleniat herrührt, zurückläßt.

Queckſilberſelenid. — Das Selen, mit Queckſilber erhitzt, verbindet ſich ſchnell damit, ohne Freiwerden von Licht. Bei einer etwas erhöhtern T. entweicht der Ueberſchuß von Schwefel, den die Zuſammenſetzung enthalten könnte, und einige Zeit darauf ſublimirt ſich das Selenid ohne zu ſchmelzen und verdichtet ſich in weißen metalliſchglänzenden Blättern. Wenn anſtatt des Queckſilbers das Selen ſich in Ueberſchuß befände, ſo würde die Hitze es auch zuerſt austreiben; doch beobachtet man dann, daß die weißen blättrigen Kryſtalle erſt nach einem, leicht von dieſen zu unterſcheidenden, Sublimat erſcheinen. Dieß Sublimat iſt vielleicht ein Perſelenid, während das erſte ein Proſelenid iſt.

Die Salpeterſäure hat, ſelbſt concentrirt und kochend, faſt keine Wirkung auf das Queckſilberſelenid. In der That verwandelt ſie es nur ganz allmälig in ein weißes Pulver, welches ſelenſ. Protoxyd iſt. Dieß Selena gewaſchen und mit Salzſ. in Berührung gebracht zeigt ein bemerkenswerthes Verhalten: ein Theil der Selenſ. wird durch das Queckſilberprotoxyd zerſetzt und es entſteht dadurch ſalzſ. Deutoxyd, welches aufl. iſt und Selen, welches als rothes Pulver niederfällt. Die nicht angegriffene Selenſ. findet ſich in der Fl. wieder.

Das Königswaſſer oder die Salpeterſalzſ. greift dagegen das

Queckſilberſelenid ſehr leicht an. Sie löſt es in der Kälte auf, unſtreitig indem ſie das Selen ſäuert und das Metall in Deutoxyd verwandelt (635).

Platinſelenid. — Das Selen hat eine ſo ſtarke Neigung, ſich mit dem Platin zu verbinden, daß die Platintiegel ſchon in der Rothglühhitze durch die ſelenſ. Salze angegriffen werden und ſelbſt durch das ſelenſ. Ammoniak, wenn man es darin bis zur Trockniß abdampfen läßt. Auch braucht man, um das Platinſelenid darzuſtellen, nur das Selen mit Platin in Pulver in einer Glasröhre zu erhitzen. Dieß Selenid, unter Luftzutritt calcinirt, zerſetzt ſich ſchnell; das Selen oxydirt und verflüchtigt ſich, das Metall bleibt frei. (Siehe Ausführlicheres hierüber und über die andren Selenide in der Abh. von Berzelius, Ann. de Ch. et de Phys. tom. IX, p. 239).

Von den Chloriden oder Chlormetallen.

247. Wie es ſcheint, vermögen alle Metalle durch Verbindung mit dem Chlor Chloride darzuſtellen, welche den verſchiednen Oxyden entſprechen, und die wir eben deshalb unter den Namen Prochloride, Deutochloride u. ſ. w. kennen lernen werden.

In der That ſind alle Chloride ſo zuſammengeſetzt, daß, wenn man ſie mit W. in Berührung bringt und ſie daſſelbe zerſetzen, ſie ſich ſeiner beiden Beſtandtheile bemächtigen und dadurch in ſalzſ. Salze verwandelt werden, indem der Srſt. des Waſſers an das Metall, der Wſſſt. an das Chlor tritt. Da nun die Salzſ. aus 1 Vol. Wſſſtgas und 1 Vol. Chlor beſteht, und da ein Vol. Wſſſtgas ein halbes Vol. Srſtgas verſchluckt, ſo muß ſich die Quantität von Chlor in den Chloriden zur Quantität von Srſt. in den Oxyden verhalten, wie das Gewicht eines Vol. Chlor zum Gewicht eines halben Vol. Srſt. oder wie 4,388 zu 1; wenn mithin ein Metall zu ſeiner Oxydation 1 Gewichtstheil Srſt. erfordert, wird es 4,388 Chlor verlangen, um in Chlorid verwandelt zu werden. Alle Chloride ſind ſpröde; alle ſind geruchlos und feſt, die Deutochloride von Zinn und Arſenik ausgenommen, welche tropfbar und flüſſig ſind; keins beſitzt metalliſchen Glanz; das Silberchlorid und das Queckſilberprochlorid ſind die einzigen, welche keinen Geſchmack beſitzen; die meiſten kryſtalliſiren regelmäßig; die größte Zahl iſt farblos.

Unter allen Chloriden giebt es nur einige aus dem letzten Abſchnitt, welche durch das Feuer zerſetzbar ſind: ſo die Chloride von Gold und Platin. Die Chloride der fünf erſten Abſchnitte und ſelbſt das Silberchlorid widerſtehn der Hitze des Schmelzofens; ſie gehen

blos in Fluß über und einige derselben verflüchtigen sich alsdann. Bemerkenswerth ist, daß die Chloride der beiden ersten Abschnitte erst über dem Grade der Rothglühhitze schmelzen und feuerbeständig sind, während die meisten andern unter diesem Grade schmelzen und einige sich auch verflüchtigen: als Beispiel können die Deutochloride von Zinn und von Arsenik dienen, welche bei der gewöhnlichen T. tropfbar, sind und bei einer nicht sehr hohen T. kochen; das Antimonprochlorid, das Wismuth-, das Zinkchlorid, welche unter 100° in Fluß übergehen und die ein Ansehn fast wie von Fett haben, daher man sie ehemals unter dem Namen Spießglanzbutter, Wismuthbutter u. s. w. kannte; das Prochlorid und das Deutochlorid von Queckſilber, die sich leicht in gläsernen Gefäßen sublimiren lassen und gewöhnlich den Namen versüßtes Queckſilber oder Calomel (sublimé doux) und corrosiver Sublimat (sublimé corrosif) führen.

Mit W. in Berührung gebracht, lösen sich alle bekannten Chloride, ausgenommen das Queckſilberprochlorid und das Silberchlorid darin auf. Erfolgt aber wohl die Aufl., ohne daß das W. zersetzt wird, oder nur in so fern es zersetzt wird, indem sich seine beiden Bestandtheile mit denen des Chlorids verbinden und dadurch salzs. Salz entsteht? Dieß haben wir jetzt zu untersuchen.

Die Thatsachen oder Beobachtungen, welche für die erste Ansicht sprechen, sind: 1) daß das Chlor eine große V. zu den Metallen besitzt; 2) daß, wenn man Auflösungen der Chloride von Natronium, Kalium und Baryum einer freiwilligen Verdunstung aussetzt, sich allmälig Krystalle darin bilden, welche in der That Zusammensetzungen von Chlor mit nicht oxydirtem Metall sind; 3) daß die Rückstände welche man durch gelinde Abdampfung der nämlichen Auflösungen bis zur Trockniß erhält, ebenfalls Chloride sind; 4) daß die Aufl. der Chloride in W. erfolgt, ohne gewöhnlich zu solchen Erscheinungen Anlaß zu geben, welche im Allgemeinen beim Vorgang inniger Vereinigung der Körper Statt haben; 5) daß man nach der zweiten Ansicht genöthigt ist, die plötzliche Umwandlung der salzsauren Salze in Chloride durch die bloße Krystallisationskraft anzunehmen, und überhaupt zuzulassen, daß die Chloride und die salzs. Salze in einer großen Menge von Fällen sich mit außerordentlicher Leichtigkeit in einander zu verwandeln vermögen.

Wenn man aber andrerseits erwägt: 1) daß das Chlor eine sehr starke V. zum Wsst. besitzt, indem es ihn allen andern Körpern entzieht, und der Srst. seinerseits sehr viel V. zu den meisten Metallen hat; 2) daß die Krystallisationskraft bedeutender Wirkungen fähig ist, indem gewisse Steine, welche W. in ihrem Innern enthalten, sich

spalten können, wenn dieses gefriert; 3) daß das Calciumchlorid die T. des Wassers, in welchem man es auflöst, um mehr als 50° zu erhöhen vermag, wiewohl unstreitig im Augenblick der erfolgenden Aufl. viel Wärmestoff latent werden muß; 4) daß die Salzs. eine mächtige S. ist, die mithin ein starkes Streben äußert, sich mit Basen zu verbinden; 5) daß sich das Daseyn der salzs. Erden nicht leugnen läßt; 6) daß die Chloride bei ihrer Aufl. in W. ähnliche Farben annehmen, als die Salzauflösungen der nämlichen Basen, in welchen die Metalle fraglos oxydirt sind; indem z. B. das Prochlorid von Eisen, welches weiß ist, bei der Aufl. grün wird wie das schwefels. Eisenprotoxyd; das Kobaltchlorid, welches weißgrau ist, eine rosenfarbene Fl. giebt wie das schwefels. Kobaltprotoxyd; das goldgelbe Nickelchlorid das Wasser grün färbt gleich dem schwefels. Nickelprotoxyd (Chevreul, Ann. de Chim. tom. XCV, p. 307); 7) daß, wenn man in die Auflösungen von Mangan- oder Eisen- oder Queckfilber-Chlorid u. s. w. eine Kaliaufl. gießt, Niederschläge aus Mangan-, Eisen-, Queckfilber-Oxyden entstehen und man nach der ersten Ansicht annehmen müßte, daß das Kaliumoxyd seinen Srst. an diese Metalle abgäbe und das Kalium selbst sich mit dem Chlor verbände; 8) daß, wenn man beim vorigen Versuch anstatt des Kali's Ammoniak nimmt, ebenfalls Metalloxyde niederfallen und dann nicht mehr ein Chlorid sondern ein Hydrochlorat (salzs. Salz) von Ammoniak entsteht; welches nach der andern Ansicht nur durch eine, beim Zusatz des Alkali's erfolgende, Wasserzersetzung erklärbar ist; 9) wenn man endlich erwägt, daß gewisse Chloride eine merklich saure Fl. geben, wenn sie mit W. in Berührung gebracht werden, so scheinen uns die Gründe für die zweite Ansicht bei weitem zu überwiegen; zwir werden mithin in der Folge annehmen, daß ein Chlorid bei der Aufl. in Wasser dasselbe zersetzt; indem der Wsstst. des Wassers an das Chlor, der Srst. an das Metall tritt, und so ein salzs. Salz entsteht. Es wäre jedoch möglich, daß diese Eigenschaft nicht allen Chloriden zukäme; wie aber diese unterscheiden?

Die Chloride bleiben bei Berührung mit trocknem Srstgas oder trockner atm. L. unverändert; nur wenn diese Gasarten feucht sind, werden sie dadurch angegriffen; und auch nur die Chloride, welche zerfließliche salzs. Salze zu bilden vermögen, befinden sich in diesem Falle. Der Wsstst. ist ohne Wirkung auf die Chloride der Alkali- und Erden-Metalle, alle andern aber reducirt er bei einer mehr oder minder hohen T. Man thue Silberchlorid in eine, durch einen Ofen gelegte, Porzellanröhre; lasse alsdann einen Strom Wsstgas in diese Röhre streichen und erhitze dieselbe allmälig; bald werden reichliche Dämpfe von Salzs. entstehen und das Silber wird frei werden. Dasselbe wird

auch der Fall mit den Chloriden von Queckſilber, von Bley, von Kupfer ſeyn; und in ſehr hoher T. ſelbſt mit dem Eiſenchlorid. Daher rührt es, daß der Khlſt. und das Bor, welche für ſich ohne Wirkung auf die Chloride ſind, die der vier letzten Abſchnitte unter Zwiſchenwirkung des Waſſers zu zerſetzen vermögen. Sie bemächtigen ſich nämlich des Srſts des Waſſers und machen dadurch den Wſſſt. frei, der ſich nun mit dem Chlor verbindet. In der That, wenn man ſtatt des Wſſſtgaſes bei vorigem Verſuch Waſſerdampf anwendet, nachdem man die Chloride mit Khlſt. oder Bor gemengt hat, ſo erhält man nicht allein Salzſäure und das Metall des Chlorids, ſondern auch khlſ. Gas oder Borſäure.

Hienach läßt ſich auch ſehr leicht erklären, wie die gewöhnliche Kohle die Zerſetzung einer großen Menge von Chloriden zu bewirken vermag. Sie enthält nämlich immer eine gewiſſe Quantität Wſſſt., und dieſer wirkt, als wenn er frei oder gasförmig wäre.

Der Phosphor und der Schwefel äußern nur auf einige Chloride Einwirkung; und auch dieß nur unter Mithülfe der Hitze. Faſt immer entſtehen dadurch Chlor-Phosphoride oder Sulfuride und Metall-Phosphoride oder Sulfuride. Als Beiſpiel kann das Queckſilberchlorid dienen. Daſſelbe iſt unter allen Chloriden dasjenige, deſſen Zerſetzung durch den Phosphor am leichteſten von Statten geht, und doch verbindet ſich der Phosphor nicht mit dem Queckſilber. Um ſich hievon zu überzeugen, braucht man nur in eine, an einem Ende verſchloſſene, Glasröhre 10 bis 12 Grammen Phosphor und darüber 75 bis 80 Grammen Pro- oder Deutochlorid von Queckſilber zu bringen, dieſe Röhre in einen Ofen ſo zu legen, daß das untere Ende derſelben ungefähr einen Zoll durch den Roſt geht; dann eine kleinere Röhre daran zu fügen und dieſe bis auf den Boden eines recht trocknen Gasrecipienten (éprouvette) tauchen zu laſſen, welcher mit einem Pfropf verſchloſſen iſt, in den man einen kleinen Spalt gemacht hat, um dem Stoff, welcher ſich nicht verdichten könnte, Ausgang zu geſtatten; dann einige glühende Kohlen um den Theil der Röhre, welcher das Chlorid enthält, zu legen, und endlich den Phosphor mittelſt andrer Kohlen in Dampf zu verwandeln. Wenn das Chlorid ſich ziemlich auf der T. von 200° befinden wird, wird das Chlorid ſchnell zerſetzt werden, es wird ein großer leerer Raum in der Röhre entſtehen, das Queckſilber wird in Kügelchen erſcheinen und in dem Recipienten ſich eine weiße Fl. verdichten, welche ſich leicht als Chlorphosphorid oder Phosphorchlorid zu erkennen giebt.

Das Kalium und das Natronium zerſetzen alle Chloride der vier letzten Abſchnitte in der Hitze; daſſelbe gilt von den meiſten Metallen der vier erſten Abſchnitte in Bezug zu den Chloriden der Metalle der

beiden letzten. Man thue etwas Kalium auf den Boden einer kleinen, an einem Ende verschlossenen, Glasröhre, bedecke alsdann das Kalium mit Silber- oder mit Queckſilber- oder mit Bleychlorid und bringe die Röhre über einige glühende Kohlen. Bald wird ſich Kaliumchlorid bilden und zwar mit Wärme- und Lichtentwicklung, zum Zeichen einer innigen Verbindung.

Natürliches Vorkommen. — Nur fünf Chloride werden in der Natur gefunden: nämlich die Chloride von Silber, von Bley, von Kupfer, das Prochlorid von Queckſilber und das Prochlorid von Natronium; letztres iſt nichts andres als das concrete Kochſalz und iſt gemein, während die andern ſelten ſind.

Zubereitung, Nutzen. — Da die Bereitung der Chloride faſt immer unter der Bereitung der ſalzſ. Salze mit inbegriffen iſt, ſo werden wir erſt bei Bereitung der letztern davon ſprechen (1021 u. ff.).

Auch von ihrem Nutzen werden wir erſt bei den ſalzſ. Salzen handeln, weil ihre Anwendung oft mit der der letztern übereinkommt.

Wir hätten jetzt die einzelnen Chloride zu betrachten; indeß wird man zu einer vollſtändigen Kenntniß derſelben nichts vermiſſen, wenn man die bisherigen Erörterungen über die Chloride im Allgemeinen zu dem fügt, was in der Folge über die ſalzſ. Salze geſagt werden wird; denn ſelten läßt man die Körper anders als in unmittelbarer Berührung mit Waſſer auf einander einwirken, und dann verwandeln ſich erwähntermaßen die Chloride faſt alle in ſalzſaure Salze (1012).

Von den Metalljodiden oder Jodmetallen.

248. Obwohl das Jod bisher nur erſt mit dem Kalium, Natronium, Zink, Eiſen, Zinn, Antimon, Wismuth, Kupfer, Bley, Queckſilber und Silber in Verbindung gebracht worden iſt, ſo ſcheint es doch gleich dem Chlor der Verbindung mit allen Metallen fähig zu ſeyn. Wahrſcheinlich unterliegen auch die Jodide dem nämlichen Geſetz der Zuſammenſetzung, als die Chloride und die Sulfuride; denn 1) wenn man ſie in Berührung mit Waſſer bringt und ſie ſich darin auflöſen, zerſetzen ſie daſſelbe, bemächtigen ſich ſeiner beiden Beſtandtheile und verwandeln ſich in jodwaſſerſtoffſaure Salze. 2) Durch Calcinirung der jodwaſſerſtoffſauren Salze (Hydriodate) von Kalium, Natronium u. ſ. w. erhält man W. und Jodide. 3) Wenn man die Jodwaſſerſtoffſ. in Berührung mit den Oxyden bringt und dieſe dieſelben zerſetzt, ſo erhält man ebenfalls Jodide und Waſſer. Die Quantität von Jod in den Jodiden iſt ſomit der Quantität von Erſt. in den Oxyden proportional; die Jodwaſſerſtoffſ. aber beſteht

aus 1 Vol. Joddunst und 1 Vol. Wsstgas; und 1 V. Wsstgas vermag $\frac{1}{2}$ Vol. Srstgas zu verschlucken. Es folgt also, daß die Quantität von Jod in den Jodiden sich zur Quantität von Srst. in den Oxyden verhält, wie das Gewicht eines Vol. Joddunst zum Gewicht eines halben Vol. Srstgas; d. i., wie 8, 6195 zu 0, 55179, oder wie 15, 62 zu 1, wonach also 1 Metall, das sich mit 1 Th. Srst. verbände, 15, 62 Jod aufnehmen würde.

Alle bis jetzt bekannten Jodide sind spröde, geruchlos, fest; die meisten besitzen Geschmack; auch krystallisiren die meisten; viele sind farblos. Unter den gefärbten haben viele eine sehr dunkle Farbe: das Bleyjodid ist hellgelb, das Queckſilberprojodid von ziemlich schönem Gelb; das Queckſilberdeutojodid vermillonroth.

Einige Jodide sind flüchtig, so die von Kalium, Natronium, Zink, Queckſilber.

Alle, ausgenommen die Jodide von Kalium, Natronium, Bley und Wismuth werden in der Rothglühhitze durch den Srst. zersetzt; das Jod entweicht daraus in violetten Dämpfen und das Metall oxydirt sich.

Manche Jodide sind zerfließlich an der Luft, so das Zinkjodid.

In Berührung mit W. gebracht zersetzen die Jodide von Kalium, Natronium, Zink, Eisen dasselbe sogleich und lösen sich als jodwsſtsaure Salze darin auf. Wahrscheinlich befinden sich die andern Jodide der beiden ersten Abschnitte im nämlichen Fall [1]).

Die Jodide von Zinn und von Antimon bringen ebenfalls, bei der gewöhnlichen T., die Zersetzung des Wassers zuwege; allein die Jodwsſtsäure verbindet sich nicht mit dem Metalloxyd; dieses fällt nieder, während die S. in der Fl. bleibt.

Die Jodide von Wismuth, Kupfer, Bley, Queckſilber und überhaupt fast alle die, deren Metalle das W. nicht zu zersetzen vermögen, sind dagegen ohne Wirkung auf dasselbe und lösen sich nicht darin auf.

Wenn ein Jodid das W. zu zersetzen vermag, so gelingt die Zersetzung desſelben ebenfalls, wenn man es mit Jod und mit dem Metall des Jodids erhitzt: so erhält man sofort jodwsſtſ. Zink durch Erhitzung eines Gemengs aus W., Jod und Zink.

Das Jod wird in hoher T. aus seinen Verbindungen mit den Metallen durch das Chlor ausgetrieben; hat aber bei dieser T. fast

---

1) Die Zersetzung des Wassers durch die Jodide kann in Zweifel gezogen werden. Die Gründe, nach welchen wir eine solche annehmen, sind die nämlichen, als welche in Bezug auf die Chloride angegeben wurden (247); daher wir hier nicht wieder davon sprechen.

immer stärkere V. zu den Metallen, als der Schwefel und der Phosphor.

Endlich wird in allen bekannten Jodiden das Metall durch conc. Schwefels. und conc. Salpeters. oxydirt und das Jod ausgetrieben.

Natürliches Vorkommen. — Die Jodide sind immer Producte künstlicher Bereitung, keins kommt in der Natur vor.

Bereitungsart. — Alle Jodide lassen sich direct, d. i. durch Erhitzung der Metalle mit Jod, erhalten. Diejenigen, welche ohne Wirkung auf das W. sind, lassen sich auch so bereiten, daß man eine Aufl. von jodwsstfs. Kali in eine Salzaufl. gießt, welche das Oxyd des mit dem Jod zu verbindenden Metalls zur Basis hat. Um sich z. B. Bleyjodid zu verschaffen, gieße man jodwsstfs. Kali in salpetersaures oder essigs. Bley; der Wsst. der Jodwsstfs. wird sich mit dem Srst. des Bleyoxyds verbinden, die Salpeters. oder Essigs. mit dem Kali, das Jod mit dem Bley und das Jodid wird, so wie es sich bildet, niederfallen.

Bis jetzt kennt man keine Anwendung der Jodide. Vielleicht ließe sich das Quecksilber- und das Bleyjodid in der Malerey anwenden.

Unsre Kenntnisse über diese Zusammensetzungen verdanken wir namentlich Gay-Lussac. (Ann. de Chim., t. XCI, p. 23).

Von den einzelnen Jodiden.

249. Man hat bis jetzt erst zwölf Jodide speciell untersucht: nämlich die von Kalium, von Natronium, von Zink, von Eisen, von Zinn, von Antimon, von Kupfer, von Bley, von Wismuth, von Nickel, von Silber und von Quecksilber.

Kaliumjodid. — Dieß Jodid, welches dem Protoxyd entspricht, wird erhalten entweder durch Calcinirung des jodsauren oder jodwasserstoffsauren Kali's, oder durch Erhitzung eines Ueberschusses von Jod mit Kalium in einer Glasröhre*). Bei Befolgung dieses letztern Verfahrens entsteht im Augenblick der Statt habenden Verbindung Licht, welches violett scheint, weil es durch den Dunst des überschüssigen Jods, welches sich entbindet, gesehen wird.

---

*) Sementini erfuhr bei Anwendung des letztern Verfahrens eine gefahrvolle Explosion, bemerkt auch, daß das Kaliumjodid wegen Luftzutritt dabei mit jodsaurem Kali verunreinigt seyn müsse. Er verbindet daher das Jod und Kalium unter Stickgas, wobei ebenfalls stets Verpuffung Statt findet. Nach ihm genügt bei Berührung des Kaliums mit Jod sowohl in atm. L. als in Stickgas bloßes Drücken, um Verpuffung hervorzubringen. (Bibl. univers. 1824. Févr.).

Das Kaliumjodid schmilzt und verflüchtigt sich unter der Rothglühhitze. Beim Erkalten nach dem Schmelzen nimmt es ein perlemutterartiges und krystallinisches Ansehn an. Es löst sich leicht in W. auf und bildet durch Zersetzung desselben neutrales jodwsfts. Kali. Es besteht aus 100 Kalium und 319,06 Jod, vorausgesetzt, daß das Kaliumprotoxyd (Kali) aus 100 Kalium und 20, 425 Srst. besteht. (S. hinsichtlich der andern Eigenschaften, was über die Jodide im Allgemeinen gesagt worden ist).

Natroniumjodid. Wir sprechen von diesem nicht näher. Seine Eigenschaften sind denen des Kaliumjodids analog.

Zinkjodid. Sein Geschmack ist sehr styptisch. In einem kleinen Kolben erhitzt, schmilzt es schnell, verflüchtigt sich dann, und erstarrt in vierseitigen nadelförmigen Prismen. Wegen seiner großen Auflöslichkeit in W., mit Zersetzung desselben verbunden, deliquescirt es schnell an der Luft. Seine Aufl. ist unkrystallisirbar und etwas sauer, und wenn man conc. Schwefels. hineingießt, entbinden sich daraus Jodwasserstoffsäure, Jod und schweflige S., welches daher rührt, daß ein Theil der Jodwasserstofs. durch einen Theil der Schwefels. zersetzt wird.

Das beßte Mittel zur Gewinnung des Zinkjodids besteht darin, das Zink mit einem Ueberschuß von Jod in einer Glasröhre zu erhitzen.

Es besteht aus 100 Jod und 26,225 Zink.

Eisenjodid. Dieß Jodid, welches wie das von Zink erhalten wird, ist braun, in der Rothglühhitze schmelzbar, sehr styptisch; es zersetzt das W. schnell, geht bei der Aufl. darin in jodwsfts. Salz über, färbt es hellgrün und besitzt übrigens die andern angegebenen Eigenschaften (248).

Zinnjodid. Gepulvert ist es schmuzig orangegelb; sein Geschmack ist sauer; in Berührung mit W. giebt es lösliche Jodwsfstsäure und unlösliches Zinnoxyd. Das Oxyd schlägt sich ganz und gar nieder, wenn das W. in etwas beträchtlicher Quantität vorhanden ist; dagegen bleibt ein Theil in der S: aufgelöst, wenn nur wenig W. gegenwärtig ist. Durch Filtriren und gelindes Abdampfen der Fl. erhält man dann ein seidenartiges und orangefarbenes Salz daraus.

Die Bereitungsart dieses Jodids ist die nämliche, als die des Zinkjodids.

Antimonjodid. — Das Antimon zeigt mit dem Jod ziemlich das nämliche Verhalten als das Zinn.

Nickeljodid. — Erhitzt man in einer Glasröhre gepulvertes Nickel mit Jod, so entsteht eine braune, schmelzbare, in W., welches dadurch eine leicht grüne Farbe erhält, lösliche Substanz. Diese

Substanz, welche ein wahres Jodid ist, besteht aus 320 Jod und 100 Metall (Lassaiger, Ann. de Chim. et de Phys., XXI, 260).

Queckſilberjodide. Dieſer Jodide ſind zwei, das Projodid und das Deutojodid; das erſte iſt gelb, das zweite roth. Der Wirkung des Feuers ausgeſetzt, wird letztres gelb, ſchmilzt alsdann, nimmt ein ſalbenartiges Anſehn (apparence onctueuse) an, verflüchtigt ſich alsdann und kryſtalliſirt in ſchönen rhomboidalen Blättern, die bei hoher Temperatur goldgelb ſind, bei der gewöhnlichen glänzend roth werden. Alle beide ſind unauflöslich in Waſſer und ohne Wirkung auf daſſelbe. Sie laſſen ſich erhalten, indem man Queckſilber mit gehörigen Quantitäten Jod reibt, gewiſſer aber erhält man ſie rein, wenn man ſie dadurch bereitet, daß man jodwſſtſ. Kali in Queckſilberauflöſungen gießt: in ſalpeterſ. Queckſilberprotoxyd, um das Projodid, in ſalzſ. Queckſilberdeutoxyd oder corroſiven Sublimat, um das Deutojodid zu erhalten: ſie fallen im ſelben Augenblicke nieder, wo die beiden Salze mit einander in Berührung kommen (S. was oben über dieſen Gegenſtand unter Zubereitung, S. 544 geſagt worden iſt.) Da das Deutojodid in jodwſſtſaurem Kali und den Queckſilberſalzen ſehr aufl. iſt, ſo darf man weder das eine, noch das andre in Ueberſchuß anwenden; die Säuren und ſelbſt der Alkohol löſen dieſe Zuſammenſetzung ebenfalls auf. (Colin, Annales de Chimie, tom, XCI, pag, 252). Man kann bei dieſer Zubereitung Jodwaſſerſtoffſ. anſtatt des jodwaſſerſtofffſ. Kali's anwenden.

Jodide von Kupfer, Bley, Wismuth und Silber.

Alle dieſe Jodide laſſen ſich direct erhalten, d. h. durch Erhitzung von Jod mit dem Metall oder auch ſo, daß man jodwaſſerſtofffſ. Kali in ſchwefelſ. Kupfer, ſalpeterſ. oder eſſigſ. Bley, ſalpeterſ. Wismuth, ſalpeterſ. Silber gießt. (S. Zubereitung, S. 544).

Wir haben zur allgemeinen Beſchreibung der Jodide nichts weiter hinzuzufügen, als daß die Jodide von Bley und Silber ſich durch die Jodwſſtſ. eben ſo gut, als durch die jodwſſtſ. Salze bereiten laſſen, und daß das Silberjodid, welches gleich den Jodiden von Kupfer, Bley, Wismuth und Queckſilber keine Wirkung auf das W. hat, zur kleinen Zahl der in W. unauflöslichen Silberverbindungen gehört, welche das Ammoniak nicht aufzulöſen vermag.

Von den Metallazotiden oder Stickstoffmetallen.

249 bis. Die einzigen Stickstoffmetalle, welche man bis jetzt hat darzustellen vermocht, sind die von Kalium und Natronium. Da sie sich nur durch Behandlung dieser beiden Metalle mit Ammoniakgas erhalten lassen, so werden wir erst bei letztern davon sprechen (573 und 579 bis).

Drittes Capitel.

Von den Legirungen oder Metallgemischen (Alliages).

250. Unter Legirung versteht man die Verbindung eines Metalls mit einem oder mehrern andern Metallen. Man bezeichnet jede Legirung nach dem Namen der Metalle, welche in dieselbe eingehn: so heißt Legirung aus Bley und Zinn die Verbindung von Bley und Zinn. Doch unterscheidet man die Verbindungen von Queckſilber mit andern Metallen noch durch den besondern Namen Amalgam; und Bleyamalgam ist daher eben so viel als Verbindung oder Legirung aus Bley und Queckſilber.

Da es ein und vierzig Metalle giebt, so müssen 820 binäre Legirungen Statt finden können, vorausgesetzt, daß sich sämmtliche Metalle zu je zwei mit einander zu verbinden vermögen. Jedoch kennt man nur ungefahr 140 Legirungen dieser Art. Dieß rührt daher 1) daß mehrere dieser Metalle bisher noch nicht haben reducirt, mithin auch nicht mit andern in Verbindung gebracht werden können; 2) daß manche sich nur schwer darstellen lassen und daher ihre Vereinigung nur mit wenig Metallen vorgenommen worden ist; 3) daß man selbst mit den gewöhnlichsten Metallen noch nicht alle mögliche Verbindungen versucht hat. Unstreitig wird sich daher die Zahl der bekannten Legirungen noch sehr vermehren lassen, ohne daß man jedoch erwarten darf, alle, nach der bloßen Berechnung mögliche, Legirungen wirklich dargestellt zu sehen. Es giebt nämlich Metalle, welche eine so geringe wechselseitige V. besitzen, daß man ihre Verbindung bisher noch nicht zu Stande zu bringen vermocht hat, wiewohl man sich Mühe deßhalb gegeben; wenn auch die Zahl derselben nicht groß ist. Namentlich kommen dergleichen Fälle unter solchen Metallen vor, deren Schmelzgrad und Flüchtigkeitsgrad sehr verschieden ist; selten unter solchen von fast der nämlichen Schmelzbarkeit und die sich in vollkommnen Fluß bringen lassen. Letztere Eigenschaften nämlich begünstigen hauptsächlich die Vereinigung der Metalle, dagegen die Cohäsion des

strengflüssigen und die Expansion des flüchtigen Metalls zwei, dem Zustandekommen derselben entgegenwirkende, Umstände sind.

Man wird dieß Ergebniß sehr erklärlich finden, wenn man sich erinnert, daß zwei Körper nur dann sich mit einander zu verbinden vermögen, wenn ihre wechselseitige V. stärker als ihre Cohäsion ist. Um nun die Cohäsion der festen Körper zu überwältigen und der Verwandtschaft das Uebergewicht über dieselbe zu verschaffen, muß man die Körper mit Wärmestoff durchdringen. Diesem Umstande ist es also beizumessen, daß, wenn der eine Körper fast unschmelzbar und der andre sehr flüchtig ist, keine Verbindung derselben erfolgen wird, wofern nicht die V., welche sie gegen einander zieht, sehr stark ist; denn das flüchtige Metall wird sich dann in Dampf verwandeln, wenn die Cohäsion des andern überwunden ist. Sind hingegen beide Körper ziemlich gleich schmelzbar, so wird sie die Schmelzung in die günstigsten Umstände zu ihrer Vereinigung bringen, und diese wird jederzeit erfolgen, wofern nicht ihre V. sehr schwach ist.

Wenn schon in unsrer Kenntniß sämmtlicher möglichen binären Legirungen große Lücken sind, so gilt dieß noch weit mehr von den ternären, quaternären Legirungen u. s. w., welche es geben kann; was vorzüglich mit darauf zu schreiben ist, daß man sich noch fast gar nicht mit denselben beschäftigt hat. Auch sind erst einige ternäre Legirungen beschrieben worden, und quaternäre lassen sich kaum anführen.

Für die Legirungen gilt nicht das Nämliche, als für die Oxyde, die Säuren u. s. w. Sie sind keinem Gesetz in ihrer Zusammensetzung unterworfen, wenigstens scheinen die meisten sich in allen Verhältnissen mit einander verbinden zu können; z. B. 100 Th. Zinn verbinden sich mit 1, 2, 3 . . . . 100 Th. Bley und mehr u. s. w.*)

250 bis. Physische Eigenschaften. — Die Eigenschaften der Legirungen kommen mit denen der Metalle im Allgemeinen sehr überein: alle sind fest bei der gewöhnlichen T., ausgenommen die Legirung aus einer gewissen Quantität Kalium und Natronium und die Amalgame, in welchen das Quecksilber sehr überwiegt; alle sind glänzend in Masse und selbst in Pulver, wenn dasselbe nicht zu fein ist; alle haben eine ihnen eigenthümliche Farbe; alle besitzen eine große Dichtigkeit, wenn die Dichtigkeit der legirten Metalle selbst sehr groß ist; alle sind fast vollkommen undurchsichtig; alle vortreffliche Leiter

---

*) Es fehlt jedoch wohl noch an hinreichenden Versuchen, ob nicht die Metalle nach stöchiometrischen Proportionszahlen mit einander verbunden vorzugsweise Legirungen mit festen Verhältnissen und charakteristischen Eigenschaften darstellen, wie dieß in der That mehrere annehmen.

der El.; alle krystallisiren mehr oder minder gut; alle sind härter und spröder als ihre Bestandtheile im Mittel, und man bemerkt überdieß, daß diejenigen, welche sich in der Kälte schmieden lassen, fast alle spröde in der Wärme sind, wenn sie aus zwei Metallen von sehr verschiednem Schmelzgrad bestehen, weil ein Theil des leichtflüssigern zu schmelzen und sich abzusondern strebt. Einige haben einen eigenthümlichen Geruch; mehrere besitzen viel Resonanz und Elasticität.

Eine vollständige Uebersicht über diese verschiedenen Eigenschaften läßt sich nicht geben, da sie nach Beschaffenheit der in die Legirung eingehenden Bestandtheile variiren und überdieß nicht hinlänglich für bestimmte Verhältnisse untersucht sind. Wir begnügen uns damit, einige allgemeine Bemerkungen in Bezug auf einige derselben anzuführen.

1) Alle Legirungen aus spröden Metallen sind selbst, ohne Ausnahme, spröde.

2) Die Legirungen aus geschmeidigen Metallen mit spröden sind alle spröde, wenn das spröde Metall sehr vorwiegend ist; alle dagegen, einige Ausnahmen abgerechnet, mehr oder minder geschmeidig, wenn das geschmeidige Metall sehr vorwaltet; und fast alle spröde, wenn das geschmeidige und das spröde Metall sich in ihren Verhältnissen nicht sehr von einander entfernen.

3) Unter den Legirungen, welche durch Verbindung der geschmeidigen Metalle unter einander entstehen, giebt es fast eben so viel spröde, als geschmeidige, wenn sie nach fast gleichen Verhältnissen gebildet sind; wenn aber eins beider Metalle sehr vorwiegt, so sind sie gewöhnlich geschmeidig [1]).

Man beobachtet, daß die Dichtigkeit der Legirungen bald größer, bald kleiner als die mittlere Dichtigkeit ihrer Bestandtheile ist; so daß die Metalle im Augenblick ihrer Verbindung an Volumen zunehmen oder abnehmen.

---

1) Jedoch wird das Gold nach Hatchett durch Verbindung mit $\frac{1}{1920}$ seines Gewichts Antimon spröde.

Legirungen, deren Dichtigkeit größer ist, als die mittlere Dichtigkeit der in sie eingehenden Metalle.	Legirungen, deren Dichtigkeit kleiner ist, als die mittlere Dichtigkeit der in sie eingehenden Metalle.
Gold und Zink.	Gold und Silber.
Gold und Zinn.	Gold und Eisen.
Gold und Wismuth.	Gold und Bley.
Gold und Antimon.	Gold und Kupfer.
Gold und Kobalt.	Gold und Iridium.
Silber und Zink.	Gold und Nickel.
Silber und Bley.	Silber und Kupfer.
Silber und Zinn.	Kupfer und Bley.
Silber und Wismuth.	Eisen und Wismuth.
Silber und Antimon.	Eisen und Antimon.
Kupfer und Zink.	Eisen und Bley.
Kupfer und Zinn.	Zinn und Bley.
Kupfer und Palladium.	Zinn und Palladium.
Kupfer und Wismuth.	Zinn und Antimon.
Kupfer und Antimon.	Nickel und Arsenik.
Bley und Wismuth.	Zink und Antimon.
Bley und Antimon.	
Platin und Molybdän.	
Palladium und Wismuth.	

251. Chemische Eigenschaften. — Die Legirungen stehen den nicht legirten Metallen in ihren chemischen Eigenschaften eben so nahe, als in ihren physischen.

Wenn man eine Legirung der Wirkung des Feuers aussetzt, wird sie schnell heiß, dehnt sich mehr oder minder aus und geht bei einem gewissen Hitzegrade in Fluß über. Man kennt nur von einer sehr kleinen Menge Legirungen die Ausdehnungsgrade. Auch der Schmelzgrad ist nur von einigen bekannt; man bemerkt indeß im Allgemeinen, daß eine Legirung immer leichtflüssiger ist, als das schwerflüssigste Metall, welches in ihre Zusammensetzung eingeht, und daß, wenn die Metalle, aus denen sie besteht, ziemlich den nämlichen Grad der Schmelzbarkeit besitzen, sie auch fast immer leichtflüssiger ist, als das leichtflüssigste unter ihnen. Die wegen ihrer Leichtflüssigkeit bemerkenswertheste Legirung ist unstreitig die, welche aus 8 Wismuth, 5 Bley und 3 Zinn besteht: sie fließt, so wie man sie nur dem Dampf des kochenden Wassers aussetzt.

Läßt man eine geschmolzene Legirung ruhig krystallisiren, so er-

starrt sie und krystallisirt verworren; gießt man aber, nachdem die Oberfläche erstarrt ist, die innern noch flüssigen Theile ab, so erhält man oft die äußern Theile mehr oder minder regelmäßig krystallisirt.

Wenn man eine Legirung einer noch höhern T., als bei welcher sie schmilzt, aussetzt, und sie aus einem feuerbeständigen und einem der flüchtigen Metalle, Quecksilber, Arsenik, Kalium, Tellur, Cadmium oder Zink besteht, so zersetzt sie sich ganz oder zum Theil; sie zersetzt sich vollständig in dem Fall, wo sie Quecksilber enthält; fast nie vollständig dagegen, wenn sie Arsenik, Kalium, Tellur und namentlich wenn sie Zink enthält, weil diese Metalle minder flüchtig sind, als das Quecksilber, und noch überdieß ist erforderlich, wenn die Zersetzung recht merklich werden soll, daß die Legirung eine ziemlich große Menge von diesen Metallen, namentlich vom Zink enthalte. Uebrigens erfolgt die Zersetzung in allen Fällen, wo sie zu Stande kommt, um so schneller, je geringer die Reaction des feuerbeständigen Metalls auf das flüchtige ist, je größer die Flüchtigkeit des letztern und je höher die T. ist. Alle diese Ergebnisse lassen sich so nachweisen, daß man die Legirung in eine kleine steingutne Retorte bringt, die Retorte in einen Reverberirofen setzt und an ihren Hals einen Vorstoß fügt, der mit einer Vorlage in Verbindung steht. Nur für die Legirungen mit Kaliumbasis hat man sich vorzugsweise eines Gefäßes von geringerer Capacität, z. B. einer Porzellanröhre, zu bedienen; die man noch überdieß vorher mit Stickstoffgas füllen muß; widrigenfalls würde, da man nur mit einer kleinen Quantität von Legirung operirt, der Srst. der Luft, welche in der Röhre befindlich wäre, das Kalium zum großen Theil oxydiren.

Die Legirungen, welche aus feuerbeständigen und aus flüchtigen Metallen bestehen, sich nicht die einzigen, welche die Hitze zu zersetzen vermag: in der That, wenn eine Legirung aus zwei Metallen besteht, welche bei sehr verschiedenen Temperaturen schmelzen, und wenn sie eine ziemlich große Quantität des leichtflüssigern Metalls enthält, so lassen sich diese Metalle zum großen Theil dadurch trennen, daß man sie einer T. aussetzt, bei welcher das eine, nicht aber das andre geschmolzen zu werden vermag.

Diese Operation ist unter dem Namen des Aussaigerns (liquation) bekannt. Sie wird im Großen vorgenommen, um das Silber von dem Kupfer abzuscheiden. Man verbindet das silberhaltige Kupfer (1236) mit $3\frac{1}{2}$ mal seines Gewichts Bley und setzt diese ternäre Legirung einer gehörigen T. aus. Das Bley zieht das Silber in seinem Flusse mit fort und läßt das Kupfer als eine feste, poröse, mit einer Menge Löchern siebartig durchbohrte, Masse zurück. Aus dem Bley wird alsdann das Silber durch ein andres Verfahren abgeschieden.

Man kann bis zu gewissem Grade die Wirkung des Sauerstoffgases und der atm. Luft auf die Legirungen nach der Wirkung vorausbestimmen, welche die nämlichen Gasarten auf die Bestandtheile der Legirungen äußern (132). Besteht eine Legirung aus einem Metall, welches fähig ist, das Sauerstoffgas zu absorbiren, und einem andern, welchem diese Eigenschaft nicht zukommt, so absorbirt die Legirung dieß Gas auf solche Weise, daß das erste Metall allein in Oxyd übergeht und das andre frei wird; vermögen aber beide Metalle, aus denen die Legirung besteht, das Sauerstoffgas zu absorbiren, so oxydirt sich die Legirung ganz und gar. Wenn jedoch eins der Metalle sich leichter zu oxydiren vermag, als das andre, so läßt sich letztres fast rein erhalten, indem man die Operation zu einem gewissen Zeitpunct unterbricht: ein Verhalten, welches alle Legirungen von Kalium und Natronium mit andern Metallen zeigen und bis zu einem gewissen Grade auch die Legirung aus Zinn und Kupfer. Man beobachtet im Allgemeinen, daß die Metalle im Zustande der Legirung sich minder leicht oxydiren, als isolirt; wovon blos einige eine Ausnahme machen; so namentlich Bley und Zinn, im Verhältniß von 3 zu 1 legirt. Diese Metalle brennen bei einem, dem Braunroth nahen, Hitzegrade mit Lichterscheinung und oxydiren sich fast augenblicklich, während jedes für sich unter den nämlichen Umständen nur langsam und ohne Lichtentwickelung oxydirt wird. Diese Wirkung hängt wahrscheinlich von einer Verbindung zwischen ihren Oxyden ab.

Natürliches Vorkommen. Verschiedene, und zwar nicht wenige, Legirungen kommen in der Natur vor, nämlich: — sechs hervorgehend aus der Verbindung des Arseniks 1) mit Wismuth; 2) mit Antimon; 3) mit Kobalt; 4) mit Nickel; 5) mit Eisen; 6) mit Silber; — ein einziges, bestehend aus Eisen und Nickel; — eins aus Queckſilber und Silber; — eins aus Silber und Antimon; — eins aus Antimon und Nickel, und eins aus Antimon, Nickel und Kobalt. (Vauquelin, Ann. de Ch. et de Phys. tome XX. p. 421). Außer diesen verschiednen Legirungen lassen sich noch mehrere andre anführen, namentlich diejenigen, welche sich in den Tellur- und den Platinerzen finden (157 und 165).

251 bis, Zubereitung. — Man bereitet die Legirungen durch gehörige Erhitzung der Metalle, aus denen sie bestehen sollen, in einem Tiegel: zu diesem Zweck deckt man den Tiegel zu, setzt ihn in einen gewöhnlichen Ofen oder auch in einen Reverberirofen oder Schmelzofen, je nachdem die zu legirenden Metalle mehr oder weniger Hitze erfodern, um in Fluß zu kommen. Sind sie gut in Fluß, so rührt man das Bad sorgsam um, widrigenfalls würde, wenn die Metalle eine sehr verschiedene Dichtigkeit hätten, die Legirung nicht

homogen werden, sondern der untere Theil derselben mehr vom schweren Metall enthalten, als vom leichtern. Ist man aber nach gehörigem Umrühren von der vollkommenen Legirung der Metalle überzeugt, so zieht man den Tiegel vom Feuer zurück, und gießt die Legirung aus. Wären die Metalle oder nur eins derselben flüchtig, so dürfte man die Legirung keiner zu großen Hitze aussetzen.

Bei Bereitung der bis jetzt bekannten Legirungen von Kalium und Natronium erfordert dieß Verfahren eine geringe Modification, da man hier nur mit kleinen Quantitäten Metall operiren kann, und der Luftzutritt dabei vermieden werden muß. Man bedient sich hier einer, an einem Ende verschlossenen, Glasröhre; thut das Kalium oder das Natronium auf den Boden der Röhre, bedeckt es mit dem damit zu legirenden Metall, faßt darauf die Röhre mit einer Zange und erhitzt sie, bis die Metalle zusammengeschmolzen sind.

Anwendung. — Nur eine sehr kleine Menge Legirungen sind im Gebrauch: dieser Legirungen sind zwölf, nämlich: die Legirung von Queckſilber und von Zinn, von Queckſilber und von Silber, von Queckſilber und von Gold, von Zinn und von Bley, von Zinn und von Kupfer, von Zinn und von Eisen, von Bley und von Antimon, von Zink und von Kupfer, von Arsenik und von Platin, von Kupfer und von Silber, von Kupfer und von Gold, von Zink, Queckſilber und Zinn.

Geschichtliches. — Die Eigenschaft der Metalle, sich mit einander zu verbinden, ist seit undenklichen Zeiten bekannt; so daß man immer bei Entdeckung neuer Metalle ihre Vereinigung mit den früher bekannten zu bewerkstelligen versucht hat. Fast alle Chemiker haben Gelegenheit gehabt, Beobachtungen über die Legirungen anzustellen; mit der größten Ausdauer und dem meisten Erfolg aber haben sich mit dieser Art von Untersuchungen Gellert, Hatchett und Ehrmann beschäftigt. Der erste hat die meisten Verbindungen der geschmeidigen Metalle mit den, bis zum J. 1750 bekannten, spröden Metallen untersucht. (S. die Metallurgische Chemie von Gellert, Th. I.). Der zweite hat die Verbindungen des Goldes mit fast allen Metallen untersucht. (S. Expériences et observations sur les différens alliages de l'or, leur pesanteur etc. traduites de l'anglais par M. Lerat). Der dritte hat sie aus mehrern Gesichtspuncten in seinem Essai sur l'art de la fusion à l'aide de l'air du feu, 1787, erforscht.

Nach dem, was wir über die Legirungen im Allgemeinen gesagt haben, ist es nicht nöthig, von jeder derselben insbesondre zu sprechen. Wir begnügen uns daher blos diejenigen einzeln zu betrachten, welche in Gebrauch sind oder sonst merkwürdige Eigenschaften zeigen. Zuerst werden wir von den binären, dann von den ternären und endlich von noch zusammengesetztern Legirungen handeln, und zwar wer-

den wir sie sämmtlich nach der Ordnung der größern Leichtflüssigkeit der Metalle betrachten. Zuerst wird daher die Rede seyn von den Amalgamen oder der Verbindung des Queckſilbers mit jedem der andern Metalle, dann von den Legirungen des Kaliums mit sämmtlichen andern Metallen außer dem Queckſilber u. ſ. w. Zuvor aber halten wir für zweckmäßig, in einer Uebersicht darzustellen 1) welches die bis jetzt bekannten binären Legirungen sind; 2) welche Legirungen geschmeidig und welche spröde sind; 3) welche Metalle nicht mit einander in Verbindung gebracht zu werden vermögen und bei welchen man es noch nicht versucht hat. — (S. beigefügte Tabelle. S bezeichnet darin die Sprödigkeit der Legirung, und G ihre Geschmeidigkeit, bei jedem Verhältniß der Quantitäten der legirten Metalle; S und G, nach welchen Zahlen folgen, dienen eben so zur Bezeichnung der spröden und der geschmeidigen Legirungen, die aber dann nach den, durch die Zahlen angegebenen Verhältnissen zusammengesetzt sind, wobei die obere Zahl die Quantität des obern, die untere die des untern Metalls ausdrückt. Mit E sind die etwas (légérement) geschmeidigen Legirungen bezeichnet, und mit O die Metalle, deren Legirung bisher nicht hat zu Stande gebracht werden können. Wenn man von einer Legirung das Verhältniß der Bestandtheile nicht kennt, wodurch sie geschmeidig oder spröde wird, so ist sie mit A bezeichnet. Endlich wo man nicht weiß, ob eine Legirung existirt, ist das entsprechende Feld leer gelassen).

Tabelle

über die binären Legirungen, hervorgehend aus der Verbindung der spröden Metalle unter einander.

Wismuth.									
	Tellur.								
S		Arsenik.							
S		S	Antimon.						
O				Kobalt.					
O			O		Mangan.				
S			S	S	S	Molybdän,			
							Uran.		
S			S					Wolfram.	
									Chrom.
									Titan.

Tabelle

über die binären Legirungen, hervorgehend aus der Verbindung der geschmeidigen Metalle unter einander.

Quecksilber.	Kalium.	Natronium.	Zinn.	Bley.	Zink.	Silber.	Kupfer.	Gold.	Eisen.	Nickel.	Palladium.	Osmium.	Iridium.	Rhodium.	Platin.	Cadmium.
S																
S	S $\frac{1}{30}$															
S	S $\frac{1}{29}$	S $\frac{1}{40}$														
S	S $\frac{1}{51}$	S $\frac{1}{30}$	G													
S	S $\frac{1}{31}$	S $\frac{1}{33}$	G	A												
S			G $\frac{1}{4}$	G $\frac{7}{1}$	A											
S			G $\frac{8}{100}$	A	G $\frac{1}{4}$	G										
S			E $\frac{1}{11}$	G $\frac{1}{1920}$	S $\frac{1}{50}$	G	G									
S	A	A	G $\frac{24}{1}$	A	G $\frac{2}{1}$		A	G $\frac{11}{1}$								
O			A	A	O	O	A	S $\frac{11}{1}$	A							
			S $\frac{1}{1}$	A		A	E $\frac{1}{1}$	G $\frac{1}{1}$	A							
							A	A								
			G $\frac{4}{1}$	G $\frac{8}{1}$		A	G $\frac{4}{1}$	A					A			
						A	A	A								
S			S $\frac{5}{1}$	S $\frac{1}{1}$	S $\frac{1}{3}$	G	A	G $\frac{11}{1}$	E $\frac{3}{1}$		E $\frac{1}{1}$					
S							S $\frac{100}{1}$								S	Cadmium.

Tabelle

über die binären Legirungen, hervorgehend aus der Verbindung der geschmeidigen Metalle mit den spröden.

Metalle	Wismuth	Tellur	Arsenik	Antimon	Kobalt	Mangan	Molybdän	Uran	Wolfram	Chrom	Titan
Quecksilber	S	S	S	S	O	O					
Kalium	S $\frac{45}{1}$	S	S $\frac{27}{1}$	S $\frac{31}{1}$							
Natronium	S $\frac{45}{1}$		S $\frac{27}{1}$	S $\frac{31}{1}$							
Zinn	S $\frac{1}{2}$		E $\frac{1}{128}$	A	A		S $\frac{1}{1}$		A		
Bley	G $\frac{1}{1}$		A	G $\frac{1}{3}$	G $\frac{1}{8}$		E $\frac{5}{10}$		A		O
Zink	A		A	A	O	A	A				
Silber	A		S $\frac{7}{90}$	A	O		A		A		O
Kupfer	A		A	S $\frac{1}{1}$	A	A	A		A		O
Gold	S $\frac{1}{1920}$		C	S $\frac{1}{1920}$	G $\frac{1}{110}$	E $\frac{1}{9}$	S $\frac{1}{3}$				
Eisen	A		A	A	A	A	S $\frac{1}{1}$		A		A
Nickel	A		A		A		A				
Palladium	S $\frac{1}{1}$										
Osmium											
Iridium											
Rhodium											
Platin	S $\frac{24}{1}$		A	S $\frac{1}{1}$			S $\frac{1}{1}$				
Cadmium											

Von den Amalgamen [1]).

253. Die Amalgame sind bald flüssig, bald fest: flüssig, wenn das Quecksilber sehr überwiegt, fest, wenn es nicht genug vorwaltet, und um so mehr, wenn es von der Quantität des andern Metalls überwogen wird. Jedoch zeigen sich in diesem Bezug sehr große Verschiedenheiten: die Legirung aus 80 Quecksilber und 1 Natronium ist fest, während die Legirung aus 15 Quecksilber und 1 Zinn tropfbar ist. In tropfbarem Zustande gleichen die Amalgame dem Quecksilber, ausgenommen, daß die meisten minder leicht fließen; in festem Zustande sind sie spröde. Alle Amalgame sind im Allgemeinen weiß; alle können krystallisiren; zu welchem Zweck man nur eine gehörige Quan-

1) Was wir hier über die verschiedenen Gattungen von Amalgamen sagen, kann blos für die bis jetzt bekannten gelten. Man findet sie in den vorstehenden Tabellen.

tität eines Metalls in Queckſilber aufzulöſen, und die Verbindung erkalten zu laſſen braucht: dieſe theilt ſich in zwei Theile, eine feſte kryſtalliſirte und eine tropfbare. Alle ſind durch die Rothglühhitze zerſetzbar (251). Faſt alle ſind in tropfbarem Zuſtande der Zerſetzung durch die Luft bei gewöhnlicher T. fähig, wenn das amalgamirte Metall unter die vier erſten Abſchnitte gehört: dann abſorbirt dieß Metall nach und nach das Sauerſtoffgas und bildet ein Oxyd, welches ſich auf der Oberfläche des Bades ſammelt. Die Amalgame von Kalium, Baryum, Strontium, Calcium beſitzen dieſe Eigenſchaft in bemerkenswerthem Grade; auch am Kupferamalgam beobachtet man ſie ſehr deutlich. Sie laſſen ſich ſämmtlich ſo bereiten, daß man das Queckſilber bei der gewöhnlichen T. mit den ſehr fein zertheilten Metallen in Berührung bringt. Wer weiß nicht, daß das Queckſilber ſich an das Gold anhängt und daſſelbe ſchnell weiß macht, und daß es eben ſo auch am Silber haftet. Jedoch bewerkſtelligt man dieſe Verbindungen noch beſſer in der Hitze: die Amalgame von Zink und von Spießglanz laſſen ſich ſelbſt nicht wohl anders erhalten, als daß man dieſe Metalle ſchmilzt und das zuvor erhitzte Queckſilber allmälig dazu ſchüttet.

Wir werden blos ſechs Amalgame näher betrachten: nämlich von Kalium, Natronium, Zinn, Wismuth, Silber und Gold.

Amalgam, beſtehend aus 1 Theil Kalium und 145 Theilen Queckſilber. — Gleicht im Anſehn dem Queckſilber, abſorbirt das Sauerſtoffgas aus der Luft bei der gewöhnlichen T. und verwandelt ſich in reines Queckſilber und in Kaliumoxyd; wird durch die Hitze zerſetzt; man erhält es, wie oben beſchrieben (251 bis); es bildet ſich, ſo wie das Kalium in Fluß kommt, und zwar unter ſtarker Wärmeentwickelung.

Das Kalium amalgamirt ſich auch bei der gewöhnlichen T. ſehr gut mit dem Queckſilber, wofern es nur nicht oxydirt iſt: Stückchen von Kalium, die man auf ein Queckſilberbad wirft, fahren nach allen Richtungen darauf hin und her, bis ſie ſich vollkommen aufgelöſt haben. Durch Verbindung des Kaliums mit ſeinem zweiundſiebzigfachen Gewicht Queckſilber erhält man ein Amalgam, welches feſt, ſehr leichtflüſſig, weiß, kryſtalliſirbar iſt, außerdem die nämlichen Eigenſchaften, als das vorige beſitzt.

Das flüſſige Amalgam, mit Ammoniak oder Ammoniakſalzen in Berührung gebracht, giebt eine Verbindung von Waſſerſtoff und Ammoniak mit Kalium und Queckſilber (hydrure ammoniacal de potassium et de mercure), welche wegen ihres Metallglanzes, ihrer Conſiſtenz, ihrer leichten Zerſetzbarkeit, ſehr merkwürdig iſt (581).

Amalgam von Natronium. — Dieß Amalgam ſtimmt in

seinen Eigenschaften mit dem vorigen überein, abgerechnet daß bei seiner Entstehung nicht blos Wärme- sondern auch Lichtentwickelung Statt findet.

Amalgam, bestehend aus 1 Theil Zinn und 10 Theilen Queckſilber. — Tropfbar, dem Queckſilber gleichend aber nicht so gut laufend; durch die Hitze zersetzbar; den Srst. der Luft nur schwierig verschluckend, durch gelindes Erhitzen des Queckſilbers mit Zinn zu erhalten.

Das Amalgam, welches durch Vereinigung von 1 Theil Zinn mit 3 Theilen Queckſilber entsteht, ist weich und leicht krystallisirbar: bei Anwendung gleicher Theile ist es sehr fest.

Man bedient sich des Zinnamalgams zum Belege der Spiegel: erst breitet man ein Blatt Zinn auf eine recht horizontale Tafel aus; gießt dann auf alle Theile dieses Blatts eine gewisse Quantität Queckſilber; dieses bleibt vermöge seines Strebens zur Vereinigung mit dem Zinn daran haften und bildet eine ziemlich dicke Schicht darauf; man schiebt alsdann eine Spiegelplatte so ein, daß diese Schicht [in zwei getheilt wird und belastet endlich das Glas mit Gewichten. Bald verbindet sich das Blatt innig mit dem Queckſilber und bildet ein Amalgam, welches sich fest an die Fläche des Spiegels anhängt und ihm die Eigenschaft verleiht, die Bilder der Gegenstände zurückzuwerfen.

Amalgam, bestehend aus 1 Theil Wismuth und 4 Th. Queckſilber. — Zum Theil tropfbar und zum Theil krystallisirt; geht bei einer nicht sehr hohen T. in vollkommnen Fluß über; haftet fest an den Körpern, mit welchen man es in Berührung bringt; zersetzt sich durch die Hitze u. s. w.; wird wie das vorige bereitet.

Man bedient sich dieses Amalgams, den Glaskugeln inwendig ein metallisches Beleg zu geben: zu diesem Zweck trocknet man die Kugeln, schüttet, wenn sie noch warm sind, das ebenfalls warme und in vollkommnem Fluß befindliche Amalgam hinein und bewegt es über die ganze Oberfläche des Gefäßes hin; ein Theil des Amalgams erstarrt und giebt dadurch ein ziemlich schönes Metallbeleg. Vielleicht würden sich kleine Spiegel mittelst eines ähnlichen Verfahrens durch Zinnamalgam belegen lassen; was große Vortheile gewähren würde, da man nicht nöthig hätte, dem Zinn erst die Blattform zu geben, und da sich das gewöhnliche Zinn zur Bereitung des Amalgams anwenden lassen würde.

Amalgam, bestehend aus 1 Theil Silber und 8 Th. Queckſilber. — Weich, weiß, sehr leichtflüssig; leicht krystallisirbar, durch die Hitze zersetzbar, keine Veränderung durch den Luftzutritt erfahrend; nur in einer großen Quantität Queckſilber aufl., wird er-

halten, indem man einen Theil gekörnten Silbers bis zum Rothglühen erhitzt, dasselbe nach und nach in 12 bis 15 Theile, bis ungefähr 200° erhitztes, Quecksilber wirft und dann das Gemeng durch ein Gemsleder drückt; alles überschüssige Quecksilber mit einer gewissen Quantität Silber, welche es aufgelöst hält, geht durch das Leder, während das weiche Amalgam in dem gebildeten Säckchen zurückbleibt.

Goldamalgam. — Die Eigenschaften des Goldamalgams stimmen mit denen des Silberamalgams überein, ausgenommen, daß das Gold vielleicht etwas auflöslicher im Quecksilber als das Silber ist.

Dieß Amalgam wird zur Vergoldung des Messings angewandt.

Die erste Operation, welcher man das Messing zu diesem Zweck unterwirft, besteht darin, daß man es calcinirt oder bis zum Rothglühen erhitzt, um die fettigen Stoffe, die an ihm haften könnten, zu zerstören. Da es sich aber mit der Verbrennung des Fettes zugleich oxydirt, so muß man seinen metallischen Glanz erst wieder herstellen oder es decapiren; und dieß ist der Zweck der zweiten Operation. Diese besteht darin, daß man das Metall in schwache Salpetersäure oder Salzsäure taucht, es darauf wäscht und trocknet, indem man es mit Kleyen oder mit Sägespänen reibt.

Nach dieser Vorbereitung verschafft man sich salpeters. Quecksilber durch die gewöhnlichen Verfahrungsarten und Goldamalgam durch Erhitzung von Quecksilber und Blattgold in einem Tiegel. Darauf befeuchtet man das Messing mit der Quecksilbersalzauflösung, die es sogleich mit Quecksilber überzieht, und trägt allenthalben Amalgam mit der Kratzbürste (gratte-brosse) auf. Manche Vergolder, anstatt die Quecksilberauflösung anzuwenden, nehmen blos Amalgam gemischt mit etwas Salpeters. Jedenfalls erhitzt man nachher progressiv das zu vergoldende Stück, um das Amalgam leichter auftragen zu können und das Quecksilber zu verflüchtigen.

Nach dem Herausnehmen aus dem Feuer kochen manche das Stück in Wasser, andre in Süßholzdecoct; andre in der Abkochung von indianischem Maronenmehl; zugleich reiben es alle, um es zu reinigen.

Immer erscheint das Stück nach dieser Operation schmuzig gelb. Die Goldfarbe erhält es erst dadurch, daß man es mit einem Brey aus Wasser, Kochsalz, Salpeter und Alaun bedeckt, dem Feuer aussetzt, mit warmen Wasser behandelt und abtrocknet.

Endlich glättet man es mit dem Polirzahn und läßt es in den Handel übergehn.

Legirungen von Kalium (252).

253 bis. Diese Legirungen sind sämmtlich fest, ausgenommen diejenigen, in die Queckſilber und Natronium eingeht, welche zuweilen flüſſig sind. Alle sind weiß und beſitzen Geschmack wegen des Kaliums, das sie enthalten; alle sind im Allgemeinen spröde, wofern sie nicht aus einer sehr kleinen Menge Kalium und einer großen Menge geschmeidigen Metalls, oder umgekehrt aus einer sehr großen Menge Kalium und einer sehr kleinen Menge geschmeidigen Metalls beſtehen [1]); alle, so zu sagen, sind schmelzbar unter der Rothglühhitze; alle absorbiren den Srſt. der atm. Luft bei der gewöhnlichen T., so daß das Kalium sich oxydirt, und das Metall, mit dem es in Verbindung ist, frei wird, wofern es nicht selbſt sehr oxydirbar ist; alle bewirken die Zerſetzung des Waſſers unter mehr oder minder lebhaftem Aufbrausen, welche von Entbindung des Waſſerſtoffgases herrührt, wobei die Flüſſigkeit durch das sich bildende und auflösende Kaliumprotoxyd alkaliſch wird, u. ſ. w. (ſ. 284); alle endlich laſſen sich erhalten durch Erhitzung des Kaliums mit dieſen verschiednen Metallen in Glasröhren (251 bis).

Im Augenblick der Vereinigung findet Entwicklung von Wärme, bei einigen Legirungen ſelbſt von Licht Statt: ſo bei denen mit Antimon, Arſenik, Tellur und Zinn. Leicht kann man sich hievon überzeugen, indem man sie über Queckſilber in einer kleinen krummen Glasglocke voll Stickgas bereitet (Taf. XIII. Fig. 3). Sehr wahrscheinlich würden sich durch Erhitzung der Amalgame von Palladium, von Platin, von Gold, von Silber mit Kalium Legirungen von Kalium mit den genannten Metallen erhalten laſſen. Erſt nämlich würde eine dreifache Legirung entſtehen, dieſe aber dann durch eine hinreichende Hitze bald zerſetzt werden und, das Kalium mit dem andern Metall in inniger Berührung laſſend, das Zuſtandekommen ihrer Verbindung geſtatten.

Das Kalium läßt sich auch mit vielen Metallen so verbinden, daß man eine innige Mengung derſelben mit ungefähr der Hälfte ihres Gewichts carboniſirtem oder gekohltem Weinſteinrahm [2]) erhitzt, dieß Gemeng in einen Tiegel bringt, mit Kohlenſtaub bedeckt, den Deckel

---

1) Wenn man Drehſpäne von Eiſen lange Zeit hindurch in der Braunrothhitze mit dem Kalium in Berührung erhält, ſo abſorbirt daſſelbe eine kleine Menge Kalium, wird ſehr biegſam und manchmal ſo weich, daß es ſich ſehr leicht mit der Scheere ſchneiden und ſelbſt mit dem Nagel ritzen läßt.

2) Der gekohlte Weinſteinrahm iſt nichts anders als das ſaure-weinſteinſaure Kali, durch Feuer in einem Tiegel oder einem Scherben zerſetzt und dadurch zu Kali oder Kaliumprotoxyd mit etwas Kohlenſäure verbunden und innig mit Kohle gemengt, geworden.

an den Tiegel lutirt, und das Ganze zwei Stunden hindurch stark calcinirt. Der Srst. des Kaliumprotoxyds begiebt sich an die Kohle und das Kalium legirt sich mit dem Metall, in dessen Gegenwart es sich befindet.

Dieß Verfahren, zuerst von Vauquelin angewandt (Ann. de Chim. et Ph. VII. 32), ist von Serullas wiederholt, untersucht und auf die Bereitung sehr vieler Legirungen angewandt worden. (Ann de Ch. et de Ph. XXI. 197; Journ. de Pharm. VI. 571).

Blos sechs Legirungen von Kalium sind einer besondern Betrachtung werth; diejenigen nämlich, welche dieß Metall mit dem Queckfilber, dem Natronium, dem Antimon, dem Zinn, dem Wismuth und dem Bley bildet. Die erste ist (253) schon betrachtet worden; hier folgt die Beschreibung der fünf andern.

Legirung von Kalium und Natronium. — Diese Legirung ist immer leichtflüssiger, als das Natronium, bald mehr, bald minder leichtflüssig als das Kalium. Drei Theile Natronium und ein Theil Kalium bilden eine, bei 0° tropfbare, Legirung, welche, durch ein Gemeng aus Eis und Kochsalz erkältet, fest wird, krystallisirt und Sprödigkeit erhält; bei Vermehrung der Quantität von Natronium nimmt seine Leichtflüssigkeit immer mehr ab; dagegen immer mehr zu, wenn man das Verhältniß von Kalium in der Legirung vergrößert; nur wenn die Quantität von Kalium sehr groß wird, fängt seine Leichtflüssigkeit an, geringer zu werden. Die Legirung aus 10 Theilen Kalium und 1 Theil Natronium ist selbst noch bei 0° flüssig und bietet die merkwürdige Eigenschaft dar, leichter als rectificirtes Steinöl zu seyn: die Legirung aber aus 30 Theilen Kalium und 1 Natronium ist weit minder leichtflüssig. Diese Legirungen sind mehr oder minder flüchtig, von starkem Geschmack, spröde, silberweiß, leicht krystallisirbar. Der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur ausgesetzt, ziehen sie allmälig Srst., Wasser und Kohlensäure daraus an und verwandeln sich so binnen einiger Zeit in basische kohlensaure Protoxyde. Selbst unter Steinöl verändern sie sich, wenn der Luft nicht der Zutritt zu diesem Oele verwehrt ist: das Kalium oxydirt sich stets und zwar viel eher als das Natronium, so daß man, wenn Natronium sich mit etwas Kalium legirt findet, von diesem Verfahren zu seiner Reinigung Gebrauch machen kann. Da die Legirung spröde, das Natronium aber geschmeidig ist, so läßt sich der Zeitpunct, wo es rein geworden ist, leicht erkennen. Die Legirungen von Kalium und Natronium bereitet man so, daß man diese Metalle zusammen unter Steinöl erhitzt, welches in einem kleinen Schälchen oder besser einer Röhre von Glas enthalten seyn muß. Die bei der gewöhnlichen T. flüssigen lassen sich auch ohne Anwendung von Hitze bereiten, indem man dazu nur nöthig

hat, gehörige Quantitäten von Kalium und Natronium in eine kleine Glasröhre zu bringen und mäßig darin zusammenzudrücken. In der That sieht man sie dann bald sich legiren und flüssig werden.

Legirung von Kalium mit Wismuth. — Man erhält sie durch Calcinirung eines innigen Gemengs von 60 Grammen gekohltem Weinsteinrahm und 120 Wismuth nach der obigen Auseinandersetzung (253 bis). Diese Legirung, welche reich an Kalium ist, giebt, mit der Scheere zerschnitten, Funken, schmilzt und brennt, wenn man sie zerbricht und zersetzt das Wasser lebhaft.

† Sie dreht sich (vermöge des in ihr enthaltenen und das Wasser zersetzenden Kaliums) auf einem Quecksilberbade, über welchem W. befindlich ist, lebhaft um, und gewährt vermöge dieser Eigenschaft nach Serullas ein vortreffliches Mittel, sich von der Trockenheit der Gase zu versichern. Man bringt ein kleines Stückchen davon mit dem Gase, das in einer durch sehr trocknes Quecksilber gesperrten Glocke enthalten ist, in Berührung. Mehrere Gase, welche Serullas, nachdem er solche durch geschmolzenen salzsauren Kalk streichen ließ, für vollkommen trocken hielt, hatten doch ein, einige Minuten dauerndes, Herumdrehen der Fragmente verursacht.

Wenn man dem oberwähnten Gemeng noch 10 bis 12 Grammen gewöhnliche Kohle zusetzt, so erhält man einen Pyrophor, der bei Berührung mit Wasser sich entzündet und kleine Verpuffungen hervorbringt (Serullas).

Legirung von Kalium und Zinn. — Die zu ihrer Bereitung anzuwendenden Verhältnisse sind 100 Grammen Zinnoxyd, 60 gekohlter Weinsteinrahm und 8 Ruß. Durch Verdoppelung der Quantität Ruß erhält man einen wahren Pyrophor.

Legirung von Kalium und Bley. — 100 Grammen Protoxyd von Bley und 60 gekohlter Weinsteinrahm eignen sich besonders gut zur Bereitung dieser Legirung. Sie ist silberweiß, sehr spröde, und wird, wenn man 5 bis 6 Grammen zu dem Gemenge, aus dem sie entsteht, setzt, zum Pyrophor.

Legirung von Kalium und Antimon. — Sie läßt sich erhalten wie die mit Wismuth.

Wenn man unter den (253 bis) beschriebenen Vorsichtsmaßregeln 100 Grammen Antimon, 75 gekohlten Weinsteinrahm und 12 Ruß, die auf dem Porphyr innig unter einander gemengt worden sind, stark calcinirt, so erhält man ein, bei Berührung mit Wasser verpuffendes, Product. Dasselbe darf erst nach seinem völligen Erkalten aus dem Tiegel genommen werden; widrigenfalls könnte es sich entzünden und explodiren. 100 Grammen Brechweinstein oder weinsteinsaures Antimonkali, mit 3 Grammen Ruß oder gewöhnlicher Kohle aufs Feinste

zusammengerieben und wie das vorige Gemeng calcinirt, geben ein ähnliches Product. Diese Arten von Producten entwickeln bei ihrer Berührung mit Wasser durch die Zersetzung desselben, die sie bewirken, hinreichende Hitze, um Pulver unter Wasser zu entzünden.

Außer den vier vorigen, von Serullas erhaltenen und untersuchten, Kaliumlegirungen hat dieser Chemiker durch das nämliche Verfahren noch mehrere andre bereitet: nämlich eine dreifache Legirung von Kalium mit Kupfer und Antimon, eine andre ebenfalls dreifache mit Antimon und Silber, eine dritte mit Antimon und Eisen, eine vierte mit Zink und Antimon (262 †).

Natroniumlegirungen.

254. Diese Legirungen stimmen in ihren Eigenschaften ziemlich mit den Kaliumlegirungen überein. Alle entwickeln bei ihrer Bereitung, wenn diese durch directe Verbindung des Natroniums mit den Metallen geschieht, Wärmestoff; viere auch Licht; nämlich die Natroniumlegirung mit Quecksilber, mit Antimon, mit Tellur und mit Arsenik. (Ausführlicheres über diese Legirungen findet man in den Recherches physico-chimiques, tome I. pag. 111 und 217).

Zinnlegirungen (252).

254 bis. Man beobachtet im Allgemeinen, daß eine sehr kleine Menge Zinn hinreicht, die Geschmeidigkeit der damit legirten Metalle ausnehmend zu vermindern und ihre Härte bedeutend zu verstärken; oft ist nur ein Achttheil, ja nur ein Zehntheil dazu erforderlich.

Unter den Zinnlegirungen verdienen nur acht eine nähere Betrachtung: die nämlich, welche das Zinn mit dem Quecksilber, dem Kalium, dem Natronium, dem Wismuth, dem Bley, dem Arsenik, dem Kupfer, dem Eisen bildet. Drei dieser Legirungen sind im Allgemeinen oder speciell (253, 253 bis, 254) schon betrachtet worden. Wir wollen jetzt die andern untersuchen.

Legirung aus 1 Theil Zinn und 2 Theilen Bley. — Fest, weißgrau, hämmerbar, leichtflüssiger als das Zinn, ohne Wirkung auf das trockne Sauerstoffgas bei der gewöhnlichen T.; verschluckt dasselbe im feuchten Zustande langsam bei dieser T.; und in der Rothgluhhitze sowohl wenn es trocken, als wenn es feucht ist, wobei sie wie eine Pyrophor brennt und eine Verbindung von Zinnoxyd und Bleyoxyd giebt; verhält sich zur atm. Luft wie zum Sauerstoffgase;

kommt nicht in der Natur vor, wird sehr leicht durch das erste Verfahren in einem gewöhnlichen Ofen erhalten (251 bis); dient zum Zusammenlöthen bleierner Röhren, daher sein Name Bleyloth, Schlagloth (soudure des plombiers).

Wenn man das Zinn, anstatt mit 2 Theilen Bley, mit 3 Theilen dieses Metalls verbindet, so entsteht eine Legirung, welche noch leichter, als die vorige brennt.

Legirung von Zinn und Wismuth. — Man behauptet, daß die Zinngießer das Zinn mit einer kleinen Quantität Wismuth zu legiren pflegen, um eine härtere Legirung zu erhalten. So viel ist gewiß, daß das Zinn durch Legirung mit Wismuth an Härte gewinnt.

Legirung aus 3 Theilen Zinn und 1 Th. Arsenik. — Weiß, sehr glänzend, sehr spröde, in sehr breiten Blättern krystallisirend, leichtflüssiger als das Arsenik, aber schwerflüssiger als das Zinn; durch starke Hitze zum Theil zersetzbar; verschluckt das Sauerstoffgas in hoher T. und verwandelt sich in Arsenikdeutoxyd, welches sich unter Gestalt weißer Dämpfe verflüchtigt, und in feuerbeständiges Zinnoxyd; kommt nicht in der Natur vor; wird erhalten durch Erhitzung von 3 Theilen Zinn und $1\frac{1}{2}$ Arsenik bis zum Braunroth in einem offenen Tiegel [x]).

Man bedient sich dieser Legirung in den Laboratorien zur Bereitung des Arsenikwasserstoffgases.

Das Zinn wird durch $\frac{1}{20}$ seines Gewichts Arsenik spröde gemacht.

Legirung aus 11 Theilen Zinn und 100 Kupfer (Bronze, Kanonengut). — Fest, gelblich, dichter als beide Metalle, aus denen sie besteht, im Mittel sind; zäher, härter und leichtflüssiger als das Kupfer, etwas hämmerbar, wenn sie langsam erkaltet ist, sehr hämmerbar dagegen, wenn man sie, nachdem sie bis zum Rothglühen erhitzt war, in kaltes Wasser taucht; ohne Wirkung auf das trockne Sauerstoffgas, nur von sehr langsamer auf das feuchte bei der gewöhnlichen T., verschluckt es dagegen sowohl trocken als feucht mit Hülfe der Hitze und giebt Zinnoxyd und Kupferoxyd damit; verhält sich zur atm. Luft, wie zum Sauerstoffgase, kommt nicht in der Natur vor; wird durch das erste Verfahren erhalten (251 bis).

Im Reverberirofen zubereitet und in gehörige Formen gegossen, giebt sie den Stoff zu den Kanonen und den bronzenen Statuen.

Dussaussoy hat im J. 1817 eine große Menge Versuche angestellt in der Absicht um auszumitteln, ob es bei dieser Fabrikation nicht von Vortheil seyn würde, die Legirung mit Eisen und mit Zink zu

---

1) Man wendet anderthalb Theile Arsenik an, weil sich eine gewisse Quantität davon verflüchtigt.

verbinden, und das Resultat gefunden: daß man auf 100 Legirung höchstens 1 bis $1\frac{1}{2}$ Weißblech oder 3 Zink zusetzen darf (Ann. de Ch. et de Phys. tome V. pag. 113 und 225); und daß es besser ist, hiezu Eisen, welches schon mit Zink verbunden ist, als reines Eisen anzuwenden, weil die Verbindung leichter zu Stande kommt.

Puymaurin hat sehr schöne bronzene Medaillen aus einer Legirung von 7 bis 11 Zinn mit Kupfer verfertigt. (S. seine bei Egron herausgekommene Abhandlung).

Legirung aus 22 Zinn und 78 Kupfer (Glockengut, Glockenspeise). — Fest, von feinem und gedrängtem Korn, grauweiß; etwas leichtflüssiger als die vorige; nach langsamen Erkalten spröde; nach schnellem hämmerbar; verhält sich zum Srst. und zur atm. Luft gleich der vorigen; wird durch das erste Verfahren erhalten (251 bis).

Diese Legirung wird hauptsächlich zur Verfertigung der Glocken angewandt (daher ihr Name). Doch nimmt man hiezu manchmal noch Zinn und Bley: die englischen Glocken z. B. bestehen nach Thomson aus 80 Kupfer; 10,1 Zinn; 5,6 Zink; 4,3 Bley. Jedenfalls werden die Metalle im Reverberirofen legirt und wie bei der Fabrication der Kanonen gegossen.

Man legirt auch das Zinn und das Kupfer noch in andern Verhältnissen, zur Verfertigung des Tamtams oder Gongs [1]), der Zymbeln, der Uhrglöckchen und der Teleskopspiegel. Der Tamtam oder Gong besteht nach der von mir vor zwanzig bis einundzwanzig Jahren angestellten Analyse eines Stücks, das ich von Hrn. Charles erhalten, aus ungefähr 80 Theilen Kupfer und 20 Theilen Zinn. Dasselbe gilt von den Zymbeln. Die Uhrglöckchen (timbres des horloges) enthalten etwas mehr Zinn und etwas weniger Kupfer, als das Glockengut. Nach Watson nimmt man zu denen in den Taschenuhren etwas Zink. Für die Teleskopspiegel findet ungefähr das Verhältniß von 1 Zinn und 2 Kupfer Statt. Letztre Legirung ist stahlweiß, sehr hart, sehr spröde und einer schönen Politur fähig. Man verfertigt auch Teleskopspiegel aus einer vierfachen Legirung von Kupfer, Zinn, Platin und Arsenik, welche vor der blos aus Kupfer und Zinn bestehenden Vorzüge zu behaupten scheint.

Die verschiedenen hier erwähnten Legirungen aus Kupfer und Zinn besitzen eine sehr bemerkenswerthe Eigenschaft; sie werden näm-

---

1) Ein Instrument, welches neuerlich aus China zu uns gekommen ist und geschlagen einen sehr hellen Klang giebt. Es besteht aus einer nicht sehr dicken Scheibe von ziemlich großem Durchmesser, mit etwas erhabenen Rändern.

lich, wie d'Arcet bestätigt hat, durch das Härten sehr hämmerbar. Man nehme zwei langsam erkältete Barren, eine von Kanonengut, die andre von Glockengut; erstre wird wenig geschmeidig, letztre spröde seyn. Man bringe sie im Feuer zum Rothglühen und tauche sie in kaltes Wasser; alle beide werden die Eigenschaft erlangt haben, sich schmieden zu lassen. Diese Beobachtung ist um so wichtiger, da sie uns in den Stand setzt, Cymbeln und Tamtams selbst zu verfertigen, die bisher mit vielen Kosten aus China und der Türkey herbeigeschafft werden mußten. In der That ergiebt sich bei Untersuchung dieser Instrumente, daß sie mit dem Hammer bearbeitet sind. Sie müssen also zuerst gegossen, dann bis zum Rothglühen erhitzt, nachher in kaltes Wasser getaucht worden seyn. Nachdem sie hiedurch Hämmerbarkeit erlangt haben, giebt man ihnen die Form, die sie besitzen, worauf man sie unstreitig von Neuem bis zu einem gewissem Puncte erhitzt und dann ruhig erkalten läßt, um sie mehr oder minder spröde zu machen und ihnen eine große Sonorität zu verleihen. Uebrigens wird d'Arcet diese Kunst in Kurzem bekannt machen, welche für Europa noch neu ist, obwohl in der Türkey schon lange in Ausübung.

Das Kupfer und Zinn lassen sich durch das, während der Revolution zur Nutzung des Glockenmetalls angewandte, Verfahren leicht von einander scheiden. Dieß Verfahren, welches sich auf die größere Leichtflüssigkeit und Oxydirbarkeit, die das Zinn vor dem Kupfer voraus hat, gründet, ist in Kurzem folgendes:

1) Man fängt damit an, eine gewisse Quantität Glockenmetall gänzlich zu oxydiren durch Calcinirung in einem Reverberirofen. Nach vollendeter Calcination wird das Oxyd herausgenommen und gepulvert.

2) Man thut in diesen oder einen ähnlichen Ofen eine neue Quantität Metall; schmilzt es und setzt die Hälfte seines Gewichts Oxyd von der ersten Operation zu; darauf, nachdem alles mit vieler Sorgfalt umgerührt worden ist, verstärkt man das Feuer: es wird nach Verlauf einiger Stunden einerseits fast reines Kupfer, andrerseits eine Zusammensetzung aus Zinnoxyd, Kupferoxyd und einer kleinen Quantität von der Erde des Ofens entstanden seyn, welche Zusammensetzung sich unter Gestalt teigartiger Stoffe, die man Schlacken (scories) nennt, an der Oberfläche des Kupfers sammeln, das dann in vollkommnem Fluß ist. Wenn die Schlacken in diesem Zustande sind, müssen sie mittelst eines eisernen Werkzeugs (ringard) entfernt und das Bad gegossen werden; man nimmt sie dann wieder vor, um sie zu pulvern und durch Waschen die Kupferstücke, die sie enthalten, daraus zu trennen. 100 Kilogr. Glockenmetall geben auf

diesem Wege ungefähr 50 Kilogr. Kupfer, welches nur $\frac{1}{100}$ fremde Stoffe enthält.

3) Man mengt die Schlacken mit $\frac{1}{8}$ ihres Gewichts Kohle und erhitzt das Gemeng stark in einem Reverberirofen. Hiedurch erhält man eine Legirung aus ungefähr 60 Theilen Kupfer und 40 Theilen Zinn und neue Schlacken, welche mehr Zinn, als die vorigen enthalten.

4) Man calcinirt diese Legirung, ebenfalls in einem Reverberirofen, aber ohne die Masse umzurühren. Allmälig bilden sich auf der Oberfläche des Bades Oxydschichten von 5 bis 6 Millimeter Dicke, die eine gewisse Festigkeit haben und viel mehr Zinnoxyd als Kupferoxyd enthalten. Diese Operation muß fortgesetzt werden, bis das im Ofen bleibende Metall auf den Zinngehalt des Glockenmetalls herabgekommen ist; dann gießt man dasselbe, um es noch den nämlichen Operationen zu unterwerfen, als das eigentliche Glockengut.

5) Die bei der vorigen Operation gebildeten Oxydschichten werden in einem eigenen Ofen (fourneau à la manche; s. dessen Beschreibung 1223) reducirt. So auch reducirt man in diesem Ofen die an Zinn reichen Schlacken, welche von den durch Kohle im Reverberirofen behandelten herrühren (Art. 3) und gewinnt hiedurch eine Legirung, welche aus ungefähr 58 Kupfer und 72 Zinn besteht.

6) Man calcinirt diese neue Legirung in einem Reverberirofen, eben so wie die Legirung Art. 4, bis sie auf die Verhältnisse dieser letztern Legirung gekommen ist, d. h. aus ziemlich gleichen Theilen Zinn und Kupfer besteht; hiebei aber erzeugt sich nur reines oder fast reines Zinnoxyd. Man entfernt dieß Oxyd und setzt die Calcination fort, so daß die übrigbleibende Legirung sich in Zinnoxyd und Kupferoxyd und in Glockengut verwandelt, welche auf die im Art. 5 und 1 erörterte Weise behandelt werden.

Die Farbe der sich bildenden Oxydschichten ist ein hinreichendes Kennzeichen für den Zeitpunct, wo man sie wegzunehmen und die Operation zu unterbrechen hat. So lange sie weiß sind, enthalten sie nur Zinnoxyd; wenn sie grau werden, fangen sie an, Kupferoxyd zu enthalten, und werden sie schwärzlich braun, so ist die Legirung auf die Verhältnisse des Glockenguts gebracht.

7) Endlich mengt man das Zinnoxyd mit dem zehnten Theil seines Gewichts Kohle, kleistert es durch Wasser zusammen und behandelt es in dem erwähnten Ofen (f. à la manche); bald findet sich das Zinnoxyd reducirt und fast reines Zinn dargestellt. Wenn es zu viel Kupfer enthielte, so würde man es in einem gußeisernen Kessel schmelzen und bis zu dem Grade erkalten lassen, wo das Papier nicht mehr dadurch verkohlt würde. Das Kupfer schlägt sich dann, mit einer gewissen Quantität Zinn legirt, auf den Boden des Kessels unter Ge-

stalt einer teigartigen Masse nieder, so daß das überschwimmende Bad nur noch aus Zinn besteht. Man schöpft es dann Schicht für Schicht ab, um es in Formen zu gießen.

Der erste Theil des beschriebenen Verfahrens rührt von Fourcroy her, der zweite, nämlich die Behandlung der Schlacken, von Anfrye und Lecour. Zuerst war alles Glockenmetall blos nach dem Fourcroyschen Verfahren behandelt, und dadurch eine große Menge Schlacken erhalten worden, aus denen man vergebens das Zinn und Kupfer auszuziehen versucht hatte, und die deßhalb zum Straßenausbessern gebraucht wurden. Anfrye und Lecour jedoch versuchten diese Ausziehung mit solchem Glück, daß sie im Zeitraum von einigen Jahren mehrere hunderttausende von Kilogrammen Kupfer und Zinn in den Handel übergehen ließen. Jedoch blieben auch bei ihrem Verfahren zuletzt Schlacken, die so mit erdigen Theilen überladen waren, daß sie dieselben nicht weiter benutzten. Diese Schlacken sind von Bréant noch mit Erfolg behandelt worden; da er jedoch sein Verfahren nicht bekannt gemacht hat, so können wir nichts darüber sagen [2]).

Verzinntes Kupfer. — Die Verzinnung des Kupfers besteht darin, daß man dieß Metall mit einer ganz dünnen Schicht Zinn überzieht, welches geschieht, um das Kupfer vor Oxydation zu schützen. Man macht erst das Kupferstück dadurch blank, daß man es mit salzs. Ammoniak bestreut, es erhitzt, und mit diesem Salz mittelst einer Hanfbürste (étoupe) reibt. Wenn das Kupfer rechten Glanz erlangt hat, thut man eine gehörige Menge Zinn darauf, wobei man Sorge trägt, es immer am Feuer zu erhalten. Bald schmilzt das Zinn und wird dann über die ganze Oberfläche des Kupfers hingestrichen und damit so lange fortgefahren, bis die Verzinnung vollendet ist. Manchmal setzt man eine kleine Quantität Harz zu, um die Oxydation des Zinns zu verhüten. Selbst die beßte Verzinnung ist nicht von langer Dauer, denn abgerechnet, daß die Zinnschicht sehr dünn ist, so ist sie auch mit dem Kupfer nicht in wirklicher Verbindung sondern liegt blos daran an.

Legirung aus 8 Zinn und 1 Eisen. — Fest, spröde, von gedrängtem und feinem Korn, grauweiß, etwas unter der Rothglühhitze schmelzbar; ohne Wirkung auf das trockne oder feuchte Sauerstoffgas bei der gewöhnlichen T., absorbirt dasselbe in der Hitze und

---

1) Man findet in den Ann. de Ch. tome XLI. pag. 167, einen an das Institut abgestatteten Bericht über die Anstalt von Anfrye und Lecour zur Ausziehung des Kupfers und Zinns aus den Schlacken des Glockenmetalls.

giebt damit Eisenoxyd und Zinnoxyd; wird durch das erste Verfahren in einem Schmelzofen erhalten (251 bis), wobei man das Gemeng mit gestoßenem Glase bedeckt.

Diese Legirung ist bisher ohne Anwendung gewesen. Jetzt fängt man an, zur Verzinnung des Kupfers davon Gebrauch zu machen. Diese Verzinnung dauert länger, als die andre und ist ohne Nachtheil.

Das Weißblech (fer-blanc) ist nichts anders als Eisenblech, dessen beide Oberflächen mit einer kleinen Quantität Zinn überzogen sind. Um es zu bereiten, decapirt man das Eisenblech erst, taucht es dann in ein Bad von Seife, darauf in ein mit geschmolzener Seife bedecktes Bad von Zinn und unterwirft es endlich noch einigen andern Operationen, welche zum Zweck haben, die Zinnschicht gleichförmiger zu machen. (S. die Beschreibung dieses Verfahrens, Ann. de Ch. et de Ph. tome XII).

Das englische Weißblech hat bis auf die letzten Zeiten den Vorzug vor dem Französischen behauptet; seit einigen Jahren aber wird auch in Frankreich solches verfertigt, welches nichts zu wünschen übrig läßt.

Die eisernen Gabeln werden durch ein ähnliches Verfahren verzinnt. Man scheuert sie nämlich mit Sand, taucht sie in ein mit Salmiak bedecktes Zinnbad und reibt sie mit der Hanfbürste.

Wenn man ein Blatt Weißblech dem Dunst von Salzsäure aussetzt, oder zu wiederholten Malen eine warme Flüssigkeit darauf gießt, welche aus 2 Theilen verkäuflicher Salpetersäure, 3 Theilen flüssiger conc. Salzsäure, und 8 Theilen Wasser besteht, dann das Blatt in einem etwas säuerlichen Bade hält und es wäscht, so erhält man ein Erzeugniß, welches zum ersten Male vor einigen Jahren von Alard beobachtet worden ist, und den Namen moiré métallique empfangen hat. Bei diesem Versuch geschieht offenbar nichts anders, als daß die oberflächliche Schicht Zinn, welche sehr glatt und gleichförmig ist, aufgelöst wird, so daß die untern zu Tage kommen, welche aus einer Menge Krystallen bestehen. Das Moiré besteht sonach in einer wirklichen Krystallisation und muß mithin sein Ansehn ändern, je nachdem diese Krystallisation selbst verschieden ausfällt. Um die Perlmutter nachzuahmen, muß man auf die eben beschriebene Weise verfahren; sollen sternförmige, farrenkrautähnliche Krystallisationen entstehen, so hat man nur das Weißblech an bestimmten Stellen zu erhitzen, so daß das Zinn schmilzt; will man eine granitartige Zeichnung u. s. w. haben, so erhöhe man die T. des Weißblechs fast bis zum Rothglühen und gieße kalt ein Gemeng aus Säure und Wasser, in den eben angegebenen Verhältnissen darauf, oder tauche das Weißblech selbst hinein. (Baget, Ann. de Ch. et de Phys. tome VIII. p. 173).

Jedenfalls ist erforderlich, um die Reflexe des Moiré's zu verstärken, die Blätter mit einem durchsichtigen und farblosen Firniß zu überziehen, oder einen solchen der eine Farbe hat, wie man sie gerade für das Moiré bezweckt.

Wismuthlegirungen (252).

Blos drei unter diesen verdienen eine besondre Erwähnung, nämlich: das Amalgam von Wismuth, die Legirung von Zinn und Wismuth, die Legirung von Zinn, Wismuth und Bley. (S. 253, 254 bis, 262).

Von den Bleylegirungen (252).

265. Es scheint, daß alle Legirungen von Bley mit geschmeidigen Metallen, wenn von beiden gleiche Verhältnisse darin vorhanden sind, Sprödigkeit besitzen, ausgenommen die mit Zink und Zinn; nach Hatchett soll sogar das Gold schon durch $\frac{1}{1920}$ Bley spröde werden. Das Bley bildet durch seine Verbindung mit den Metallen nur sieben Legirungen, deren Eigenschaften einer besondern Betrachtung werth sind. Diese sind: Bley mit Queckſilber, mit Kalium, mit Natronium, mit Zinn, mit Antimon, mit Silber und mit Gold. Vier von diesen Legirungen sind schon im Allgemeinen oder speciell (253, 253 bis, 254, 254 bis) untersucht worden: wir kommen jetzt zur Beschreibung der drei übrigen.

Legirung, bestehend aus 20 Antimon und 80 Bley (Schriftgießermischung). — Fest, hämmerbar, viel härter, als das Bley; schmelzbar unter der kirschrothen Glühhitze; ohne Wirkung auf trocknes wie feuchtes Sauerstoffgas bei der gewöhnlichen T., verschluckt dasselbe in der Hitze ohne Lichtentwickelung, und giebt damit eine gelbe Verbindung aus Bleyoxyd und Antimonoxyd; kommt nicht in der Natur vor; wird durch das erste Verfahren erhalten (251 bis).

Aus dieser Legirung werden die Buchdruckertypen verfertigt. Manchmal setzt man jedoch noch einige Hunderttheile Kupfer hinzu.

Wenn die Legirung aus gleichen Theilen Antimon und Bley besteht, so ist sie spröde; besteht sie aus 16 Bley und 1 Antimon, so gleicht sie dem Bley, abgerechnet, daß sie etwas härter ist.

Legirung aus 7 Bley und 1 Silber. — Graulichweiß, minder geschmeidig als das Bley und um so mehr dem Silber in dieser Eigenschaft nachstehend; etwas minder leichtflüssig als Bley; verschluckt

das Erstgas der atm. Luft in der Rothglühhitze und verwandelt sich dadurch in Bleyoxyd, welches verglast und in reines Silber. Wenn die Legirung Kupfer enthielte, so würde dieß sich gleichfalls oxydiren, und mit dem Bleyoxyd zusammen verglasen; so daß man das Silber ebenfalls rein oder fast rein erhalten würde. Auf diese Eigenschaft gründet sich die Kunst, das Silber zu probiren und aus seinen meisten Erzen in Europa zu gewinnen (1237 und 2077).

Das Bley verbindet sich leicht mit dem Silber, wenn man beide zusammen in einem Tiegel erhitzt.

Legirung aus 1 Theil Bley und 11 Theilen Gold. — Blaßgelb, spröde wie Glas; glanzlos, besonders inwendig, so daß es auf seiner Bruchfläche das Ansehn von Porzellan hat; härter und leichtflüssiger als das Gold; ohne Wirkung auf die atm. Luft bei der gewöhnlichen T., verschluckt in der Rothglühhitze das Erstgas daraus und verwandelt sich in Bleyoxyd, welches verglast und in reines oder fast reines Gold. Uebrigens gilt für diese Legirung das Nämliche als für die vorige.

Nach Hatchett braucht man das Gold nur dem Dampf von Bley auszusetzen, um es spröde zu machen: was begreiflich erscheint, wenn wirklich schon $\frac{1}{1920}$ Bley vom Gewicht des Goldes hinreicht, letzterm diese Eigenschaft mitzutheilen. Da es nun erforderlich ist, das Gold mit einer gewissen Quantität Kupfer zu legiren, um Gefäße, Schmuck oder Gold daraus zu verfertigen, so muß man ja Sorge tragen, ganz bleifreies Kupfer anzuwenden.

Legirungen von Cadmium (252).

Die meisten Legirungen des Cadmiums sind spröde und farblos. Blos drei sind genau untersucht worden, nämlich die Legirung mit Kupfer, mit Platin und mit Quecksilber.

Das Quecksilber verbindet sich leicht mit dem Cadmium, selbst in der Kälte; das Amalgam ist sehr schön silberweiß, von körnigem und krystallinischem Gefüge: seine Krystalle sind Octaeder, bestehend aus 100 Quecksilber und 27,78 Cadmium. Dieß Amalgam ist hart und sehr spröde; seine Dichtigkeit übertrifft die des Quecksilbers; eine Hitze von 75° reicht hin es zu schmelzen.

100 Theile Platin, mit Cadmium erhitzt, bis der Ueberschuß des letztern verflüchtigt war, haben 117,3 Theile davon zurückbehalten. Die so dargestellte Legirung ist sehr weiß, sehr spröde, schwerflüssig, von ausnehmend feinem Gefüge.

Die Legirung aus 100 Kupfer und 84,2 Cadmium hat eine weiße,

etwas ins Hellgelbe ziehende, Farbe; ihr Gefüge ist blättrig; sie ist sehr spröde, und zwar selbst dann noch merklich, wenn das Cadmium blos zu einem Hunderttheil in die Legirung eingeht. In einer Hitze, welche das Kupfer zu schmelzen vermag, entweicht alles Cadmium, welches darin enthalten ist; daher auch das Messing, welches mit cadmiumhaltigen Zinkerzen bereitet wird, eben so gut ist, als das, wozu man reines Galmey nimmt; ebendeßhalb enthält auch die Tutia oder das Zinkoxyd, welches sich in den Rauchfängen der Oefen, in denen man das Zink mit dem Kupfer legirt, absetzt, ziemlich oft eine gewisse Quantität Cadmium.

Arseniklegirungen (252).

255 bis. Alle Metalle, selbst die geschmeidigsten, ausgenommen das Kupfer, werden durch Verbindung mit 0,1 ihres Gewichts Arsenik spröde. Manche erfordern selbst nur 0,01 bis 0,02 davon, um merklich spröde zu werden, wohin namentlich das Gold gehört. Mehrere Arseniklegirungen lassen sich leicht und vollständig durch das Feuer in verschlossenen Gefäßen zersetzen; so die mit Gold und mit Silber. Alle ohne Ausnahme werden dadurch in offenen Gefäßen zersetzt; wobei sich Arsenikoxyd bildet, welches sich unter Gestalt weißer Dämpfe verflüchtigt, während das, mit dem Arsenik verbundne, Metall frei zurückbleibt, wenn es dem letzten Abschnitt angehört oder selbst zum Oxyd wird, wenn es zu den fünf ersten gehört, mit Ausnahme des Quecksilbers [1]).

Mehrere Arseniklegirungen kommen in der Natur vor (251); es giebt deren, welche in ihrer Zusammensetzung den arsenikfauren Salzen entsprechen oder bestimmte Verhältnisse haben, d. h. welche genau die Quantitäten Metalle enthalten, welche in diesen Salzen vorhanden sind: so das Arsenikknickel von Allemont, welches Berthier analysirt hat. (Annales des Mines, IV, 467).

Obwohl nur zwei Arseniklegirungen von einigem Nutzen sind, so verdienen doch ihrer sechs eine besondre Betrachtung: nämlich die mit Quecksilber, mit Natronium, mit Zinn, mit Kupfer, mit Eisen, mit Platin. Drei derselben sind im Allgemeinen oder speciell schon (253 bis, 254, 254 bis) betrachtet worden: wir untersuchen jetzt noch die drei andern.

---

1) Doch wäre es möglich, daß sich in einigen Fällen eine kleine Menge arsenikf. Salzes bildete, namentlich bei Calcinirung der Legirungen des Arseniks mit Kalium oder mit Natronium. Da diese arsenikfauren Salze feuerbeständig sind, so würde in diesem Fall nicht alles Arsenik verflüchtigt werden.

Legirung aus 1 Theil Arsenik und 10 Theilen Kupfer. — Weiß, etwas geschmeidig, härter und leichtflüssiger, als das Kupfer, ohne Wirkung auf das Srstgas oder atm. Luft bei der gewöhnlichen T., verschluckt es leicht bei einer hohen T. und verwandelt sich in flüchtiges Arsenikdeutoxyd (weißes Arsenik) und feuerbeständiges Kupferoxyd; wird erhalten, indem man in einem bedeckten irdenen Tiegel 10 Theile Kupferdrehspäne und etwas mehr als 1 Th. Arsenik bis zum Rothglühen erhitzt. Man behauptet, daß jetzt und ehedem Löffel und verschiedne Gefäße aus Kupfer, in verschiednen Verhältnissen mit Arsenik legirt, verfertigt worden.

Legirung aus 1 Theil Arsenik und 2 Theilen Eisen. — Graulichweiß, ohne Wirkung auf die Magnetnadel, sehr spröde, viel leichtflüssiger als das Eisen; verschluckt den Srst. der atm. Luft in der Hitze und verwandelt sich dadurch in flüchtiges Arsenikdeutoxyd und feuerbeständiges Eisenoxyd; wird erhalten durch Erhitzung eines Gemengs aus 1 Theil Eisenfeile mit etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Theil gepulvertem Arsenik in einem bedeckten Tiegel im Reverberirofen bis zur erfolgten Schmelzung der Legirung. Wenn die Legirung nur den fünften Theil Arsenik enthält, so wirkt sie noch auf die Magnetnadel.

Legirung aus 20 Arsenik und 2 Platin. — Grauweiß, sehr spröde, etwas über der Rothglühhitze schmelzbar; ohne Wirkung auf die atm. Luft bei der gewöhnlichen T., verschluckt das Srstgas daraus in der Hitze und verwandelt sich dadurch in Arsenikdeutoxyd, welches sich verflüchtigt, und in reines Platin; wird erhalten durch die nämlichen Maßregeln als die vorige Legirung.

Durch Verbindung des Arseniks mit dem Platin und nachherige Zersetzung dieser Legirung durch Hitze und Luft gewinnt Jeannetty seit langer Zeit dieß kostbare Metall aus seinem Erz.

Zinklegirungen (252).

256. Eine einzige verdient eine nähere Betrachtung, die nämlich, welche man durch Verbindung von 20 bis 40 Theilen Zink mit 80 bis 60 Theilen Kupfer erhält, und welche im Handel unter dem Namen Gelbkupfer oder Messing (cuivre jaune, laiton) vorkommt.

Auch Similor oder Mannheimer Gold, Prinzmetall, sind Namen für Legirungen von Kupfer und Zink in verschiednen Verhältnissen *).

---

*) Das Similor oder Mannheimer Gold ist eine vergoldete Legirung aus 100 Kupfer mit 25 oder mit 40 bis 44 Zink. — Das Prinz-

Messing. — Diese Legirung, deren Dichtigkeit zwischen 7,824 und 8,441 wechselt, ist gelb, sehr hämmerbar, sehr geschmeidig in der Kälte, spröde in hoher T. (250 bis); viel schlechterer Wärmeleiter, als das Kupfer, leichtflüssiger als dieses; obwohl erst über der Rothglühhitze schmelzend. Wahrscheinlich läßt es etwas Zink entweichen, wenn man es dem Feuer eines Schmelzofens aussetzt. Es ist ohne Wirkung auf das trockne Sauerstoffgas, von geringer auf das feuchte bei der gewöhnlichen T., absorbirt dasselbe trocken oder feucht in der Hitze und giebt damit Zinkoxyd und Kupferoxyd; verhält sich zur atm. Luft, wie zum Srstgase, kommt nicht in der Natur vor, wird durch das erste Verfahren erhalten (251 bis) mit einigen anzugebenden vorbereitenden Maßregeln. Die Bereitung des Messings geschieht, indem man entweder nach gewöhnlicher Art das Kupfer direct mit dem metallischen Zink verbindet, oder ein Gemeng aus Kohle, Kupfer und kohlens. Zink, der reichlich in der Natur vorkommt, zusammen erhitzt. Da aber letztrer oft Silicat von Zink, welches schwer zu reduciren ist, Eisenoxyd und Metallsulfnride enthält, so muß man das Erz rösten, um es zu zertheilen und wenigstens zum Theil den Schwefel, den es enthalten könnte, zu verbrennen. Darauf verwandelt man es mittelst horizontaler Mahlsteine (meules) in feines Pulver; beutelt und siebt es auch wohl noch, um es noch feiner zu bekommen und wendet es in diesem Zustande an. Man nimmt 50 Th. dieser Substanz, mengt sie innig mit 20 Th. Kohle und schichtet diese Mengung in großen Tiegeln mit 30 Th. Kupferblech oder besser gekörntem Kupfer. Darauf, nach gehöriger Füllung der Tiegel, setzt man dieselben einer hohen T. aus: das Zinkoxyd wird reducirt und das Zinkmetall verbindet sich mit dem Kupfer ungefähr im Verhältniß von 3 zu 7. Nach zu Stande gekommener Verbindung zieht man den Tiegel vom Feuer weg, vereinigt das Messing aus mehrern Tiegeln in einen einzigen, bringt es in vollkommenen Fluß und gießt es in Platten von 40 bis 50 Kilogr. Gewicht, gewöhnlich in Formen aus Granit. Es scheint, daß man anstatt des kohlens. Zinks das Schwefelzink oder die Blende zur Bereitung des Messings benutzen kann. Wahrscheinlich wird bei der Operation der Schwefel als Schwefelkohlenstoff von der Kohle mit fortgenommen; denn durch das Rösten wird die Blende keineswegs vom Schwefel befreit.

Wir haben das Messiug als aus Zink und aus Kupfer bestehend

---

metall enthält auf 100 Kupfer 17 bis 50 Zink. — Das Pinschbeck (von Pinchbeck, dem Orte seiner Erfindung in England so genannt), enthält nach Lewis auf 100 Kupfer 80 Zink und 10 Eisen, — das Tomback wird aus 576 Kupfer, 413 Zink, 22 Zinn zusammengesetzt (Scholz Chemie).

angegeben; nach neuern Beobachtungen von Chaudet jedoch scheint es manchmal 0,02 bis 0,03 Bley zu enthalten: ja es scheint, daß dieß Metall ihm Eigenschaften verleiht, welche es zum Abdrehen vorzüglicher machen. In der That fand Chaudet bei der Analyse von drei Stücken Messing, daß zwei dieser Proben, welche sich für das Abdrehen sehr gut eigneten, nicht aber für die Bearbeitung mit dem Hammer taugten, in 100 Th. enthielten, das eine 2,86, das andre 2,15 Bley; daß dagegen das dritte, für das Hämmern, aber nicht für das Abdrehen taugliche, keine Spuren davon zeigte. Außerdem überzeugte er sich, daß, wenn er letztres mit den obigen Quantitäten Bley legirte, dasselbe minder geschmeidig wurde und alle Eigenschaften annahm, welche es zur Bearbeitung auf der Drehbank vorzugsweise geeignet machen. (Ann, de Ch. et de Phys. tome V. p. 321).

Der Nutzen des Messings ist hinlänglich bekannt. Man bedient sich desselben zu Verfertigung einer großen Menge physikalischer Instrumente und verschiedener Gefäße in der Haushaltung. Auch Nadeln, Saiten für Instrumente, Röllchen u. s. w. werden daraus gemacht.

Antimonlegirungen (252).

256 bis. Unter den Antimonlegirungen sind nur 6, welche einige bemerkenswerthe Eigenschaften zeigen: nämlich die Legirungen mit Kalium, Natronium, Bley, Kupfer, Gold und Eisen. Die drei ersten sind schon im Allgemeinen und speciell (253 bis, 254, 255) betrachtet worden. Nur von den drei letzten haben wir noch ein paar Worte zu sagen.

Legirung aus ungefähr 25 Theilen Antimon und 75 Kupfer. — Spröde, blättrig, violet, einer schönen Politur fähig, leichtflüssiger als das Kupfer u. s. w., wird durch directes Zusammenschmelzen von Kupfer und Antimon in einem Tiegel leicht dargestellt.

Die Legirung hört auf violet zu seyn, wenn sie aus gleichen Theilen Antimon und Kupfer besteht; um so mehr, wenn die Quantität des Antimons über die des Kupfers überwiegt: dann wird sie weißlich.

Legirung von Antimon und Gold. — Diese Legirung ist durch ihre Sprödigkeit bei auch nur sehr geringem Antimongehalt merkwürdig. Nach Hatchett verliert das Gold seine Geschmeidigkeit durch Verbindung mit $\frac{1}{1920}$ seines Gewichts Antimon.

Legirung aus Antimon und Eisen. — Diese Legirung ist bemerkenswerth wegen ihrer Eigenschaft, mit der Feile Feuer zu

geben (de faire feu avec la lime), wenn sie aus 1 Theil Antimon und 2 Theilen Eisen besteht.

---

† Uranlegirungen.

Man stellt diese nach Arfwedson dadurch dar, daß man die Verbindungen der Metalloxyde mit dem Uranoxyd oder der Uransäure (s. uransaure Salze im dritten Bande), in einem Strom von Wsstgas glüht. Es erfolgt hiebei Wasserbildung und Reduction der Oxyde. Bei den schwerer reducirbaren Metallen bleibt jedoch die Legirung noch mit uransaurem Salz gemengt. Sämmtliche, bis jetzt dargestellte, Uranlegirungen zeigten sich, wenn sie in Wsst. erkaltet waren und nun an die Luft gebracht wurden, pyrophorisch.

Silberlegirungen (252).

257. Die Verbindungen des Silbers mit dem Queckſilber, dem Bley, dem Kupfer, dem Gold sind die einzigen Silberlegirungen, deren Betrachtung von Interesse ist. Die beiden ersten sind (253, 255) untersucht worden, wir sprechen daher blos noch von den beiden andern.

Diese beiden Legirungen sind geschmeidig, in welchen Verhältnissen sie immer aus Silber und Kupfer oder Gold zusammengesetzt seyn mögen; obwohl der Grad der Geschmeidigkeit sich hienach ändert.

Legirung aus 9 Silber und 1 Kupfer. — Weiß, minder geschmeidig und leichtflüssiger als das Silber, ohne Wirkung auf die trockne oder feuchte atm. Luft bei der gewöhnlichen T.; absorbirt das Srstgas in der Rothglühhitze daraus und verwandelt sich in längerer oder kürzerer Zeit, bei einem Hitzegrade, wo es schmilzt, in Kupferoxyd und in fast reines Silber; wird durch Zusammenschmelzen von Silber und Kupfer in einem Tiegel erhalten.

Aus dieser Legirung wird in Frankreich alles Silbergeld geschlagen, nur enthält sie für die Scheidemünze viel mehr Kupfer, nämlich 4 Theile auf 1 Theil Silber. Alle silberne Geräthschaften, Gefäße, Schmuck sind ebenfalls mit Kupfer legirt. In den silbernen Gedecken (couverts) und Gefäßen sind $9\frac{1}{2}$ Th. Silber mit $\frac{1}{2}$ Kupfer verbunden; im Schmuck u. s. w. 8 Theile Silber mit 2 Kupfer.

† Man bestimmt den Silbergehalt in den Legirungen des Silbers mit Kupfer nach Mark, Lothen und Gränen, indem man die Mark zu 16 Loth und das Loth zu 18 Grän rechnet. Ganz reines Silber,

welches also in der Mark 16 Loth Silber enthält, wird feine Mark genannt, jedes mit Kupfer legirte dagegen rauhe oder beschickte Mark. Der Gehalt der rauhen Mark an reinem Silber wird dann nach ihren 16 Theilen oder Lothen angegeben; so ist 10 löthiges Silber solches, welches in 16 Theilen Legirung 10 Theile reines Silber enthält: mehr als 16 löthig kann natürlich kein Silber seyn. Der Gehalt einer Münze an reinem Silber heißt ihr Korn, ihr absolutes Gewicht das Schrot derselben. Das Korn der Zehnkreuzerstücke ist 8 Loth, das der Zwanzigkreuzerstücke 9 Loth 6 Grän.

Man untersucht das mit Kupfer legirte Silber auf seinen Gehalt an reinem Silber, indem man einen Gramme davon mit mehrern Grammen Bley in einer porösen Kapelle, gewöhnlich aus calcinirten Knochen, einer hohen T. aussetzt. Erst bildet sich eine dreifache Legirung; bald aber oxydiren sich das Bley und das Kupfer, verglasen, ziehen sich in die Poren der Kapelle hinein, und lassen das Silber unter Gestalt eines kleinen geflossenen Korns rein in der Kapelle zurück (S. den Artikel Analyse im letzten Bande). (Auch geschieht die Untersuchung durch Vergleichung der Farbe des Striches auf dem Probirsteine (lapis lydius) mit der Farbe der Striche der genau legirten Probir- oder Streichnadeln, was aber eine geschickte Hand und ein geübtes Auge erfordert).

Außer der vorigen Anwendung bedient man sich auch der Legirung aus Kupfer und Silber zum Löthen des Silbers; dann aber werden auf 16 Theile Legirung nur $4\frac{4}{5}$ bis $6\frac{2}{5}$ Th. Silber genommen, widrigenfalls sie nicht leichtflüssig genug seyn würde.

Legirung von Silber und Gold. — Ihre Härte ist größer als die jedes der Metalle, aus denen sie besteht, und ihre Leichtflüssigkeit größer als die des Goldes. Ihre Farbe ist verschieden; grünlich dann, wenn das Silber nur in kleinem Verhältnisse in die Legirung eingeht, weiß wenn $\frac{2}{3}$ davon darin enthalten sind.

Jedenfalls oxydirt sich die Legirung bei Berührung mit atm. L. oder mit Erstgas weder in der gewöhnlichen, noch in erhöhter T. Man erhält sie durch Zusammenschmelzen von Gold und Silber in einem Tiegel.

Das Gold, welches man in der Natur findet, ist immer mit einer kleinen Quantität Silber verbunden. Dasselbe gilt fast immer von dem, in der Natur vorkommenden, Silber in Bezug zum Golde. Auch enthalten die verkäuflichen Gold- und Silberbarren immer, erstere etwas Gold, letztere etwas Silber. Nur wenn die Silberbarren wenigstens drei Tausendtheile Gold enthalten, läßt sich letztres mit Vortheil daraus abscheiden.

Durch Verbindung von 708 Th. reinen Goldes mit 292 Th. rei-

nen Silbers erhält man eine grüne Legirung, welche den Namen grünes Gold (or vert) führt.

Das sogenannte Vermeil ist nichts andres als Silber, welches durch ein Goldamalgam vergoldet ist. Diese Vergoldung wird wie beim Kupfer vorgenommen (253).

Kupferlegirungen (252).

252. Das Kupfer bildet 6 Legirungen, die eine besondre Betrachtung verdienen, nämlich mit Zinn, Arsenik, Zink, Antimon, Silber und Gold. Die fünf ersten sind schon im Allgemeinen oder speciell untersucht worden (254 bis, 255 bis, 256, 256 bis, 257). Wir betrachten daher nur noch die Legirung aus Kupfer und Gold, die immer mehr oder minder geschmeidig ist, in welchen Verhältnissen sie auch aus beiden Metallen zusammengesetzt seyn mag.

Legirung aus 1 Th. Kupfer mit 9 Th. Gold. — Goldgelb; minder geschmeidig, härter und leichtflüssiger als das Gold; ohne Wirkung auf trocknes wie feuchtes Erstgas bei der gewöhnlichen T.; absorbirt dasselbe in der Rothglühhitze und verwandelt sich bei einer Temperatur, wo sie zu schmelzen vermag, in Kupferoxyd und in fast reines Gold; verhält sich zur atm. L., wie zum Erstgase; kommt nicht in der Natur vor, wird erhalten durch Zusammenschmelzen von Gold und Kupfer in einem Tiegel.

Aus dieser Legirung werden in Frankreich die Goldmünzen geschlagen.[1]) Auch die goldnen Gefäße, der goldne Schmuck u. s. w. sind immer mit Kupfer legirt: man wendet dabei (in Frankreich) drei verschiedene Verhältnisse an, indem das Gold entweder zu $\frac{92}{1000}$ oder zu $\frac{84}{1000}$ oder auch wohl nur zu $\frac{75}{1000}$ in die Legirung eingeht. (Das Verhältniß vom Kupfer zum Golde wird nach Vierundzwanzigtheilen, die man Karate nennt, angegeben; jeder Karat dann wieder in 12 Grän untergetheilt. Die Legirung des Goldes mit Kupfer heißt selbst rothe Karatirung zum Unterschiede von der weißen Karatirung, d. i. der Legirung von Gold mit Silber). Wir müssen bemerken, daß, da das natürliche Gold immer eine kleine Quantität Silbers enthält, welche sich nicht mit Vortheil davon abscheiden läßt, auch in die Münzen so wie alle andere Goldarbeiten stets etwas Silber eingeht; so daß sie eigentlich aus einer dreifachen Legirung bestehen, so jedoch, daß das Gold immer in den oben angegebenen Ver-

---

1) In den Münzwerkstätten bedient man sich sehr dicker Graphittiegel zur Legirung des Goldes mit dem Kupfer, und Tiegel von gehämmertem Eisen zur Legirung des Kupfers mit dem Silber. In beiden Fällen rührt man die Legirung mit viel Sorgfalt um und prüft sie von Zeit zu Zeit.

hältnissen darin enthalten ist. Die Gegenwart dieser kleinen Menge Silbers macht die Bestimmung des Korns eines Goldstücks schwieriger als die des Silbers. Denn wenn man einen Theil dieses Stücks mit Bley in einer hohen T. in einem großen Gefäß auf obgemeldete Art (267) behandelt und so alles Kupfer daraus abgeschieden hat, muß man auch das Silber noch daraus abscheiden; eine Trennung von Gold und Silber läßt sich aber nicht wohl anders als durch Salpetersäure bewerkstelligen. Da nun die Quantität Silber zu gering ist, so würde die Säure nur die an der Oberfläche befindlichen Theile dieses Metalls auflösen. Deßhalb muß man noch Silber zusetzen, um die vollständige Scheidung verrichten zu können; und zwar wendet man so viel Silber an, daß die Legirung wenigstens 3 Gewichtstheile Silber gegen 1 Gold enthält. (Scheidung durch die Quart). Man thut das Silber, das Gold und das Bley in die Kapelle, laminirt die, durch die Kapellation erhaltene, silberreiche Legirung und bringt sie mit Salpetersäure in Berührung, die nun alles darin enthaltene Silber auflöst und das Gold rein zurückläßt, dessen Gewicht man nun nur noch durch die Wage zu bestimmen hat. (S. letzter Band Art. Probiren des Goldes).

Goldlegirungen (252).

259. Unter allen Legirungen, welche das Gold zu bilden vermag, sind nur fünf, welche eine besondere Betrachtung verdienen: nämlich die Legirungen mit Queckſilber, Bley, Silber, Kupfer und Platin. Die vier ersten sind schon (253, 255, 257, 258) betrachtet worden. Wir sprechen daher nur noch von der Legirung des Goldes mit Platin.

Legirung von Platin und Gold. — Diese Legirung, mit der sich Lewis, Vauquelin, Klaproth und insbesondre Hatchett nach einander beschäftigt haben, ist wegen der großen Menge Goldes, die in ihre Zusammensetzung eingehen muß, wenn sie nur schwach gelb werden soll, merkwürdig. Die Legirung aus 2 Th. Goldes und 1 Th. Platin hat noch ziemlich die nämliche Farbe, als das reine Platin. Die Legirung ist noch weiß, wenn sie selbst 11mal so viel Gold als Platin enthält; sie gleicht dann mattem Silber und ist sehr geschmeidig und sehr elastisch. In allen Fällen ist diese Legirung leichtflüssiger, als das Platin, und zwar um so mehr, je größer ihr Goldgehalt ist. Sie wirkt weder in der Kälte, noch in der Hitze auf das Srstgas oder die atm. L., doch wird sie durch die Salpeters. angegriffen, wie Vauquelin bemerkt hat, obwohl diese S. ohne Wirkung auf beide Metalle im nicht legirten Zustande ist (378 bis).

Das Gold und Platin lassen sich nur in hoher T. mit einander verbinden. Das Feuer eines Schmelzofens ist dazu erforderlich.

Man fürchtete einmal, das Platin könne zum Falschmünzen durch Legirung mit Gold benutzt werden; allein die Eigenschaften dieser Legirung haben bald den Ungrund einer solchen Furcht gezeigt, um so mehr, da man durch Kapellation an dem Ansehn, welches das Metallkorn annimmt, sehr leicht selbst einige Tausendtheile Platin im Gold erkennen kann.

Eisenlegirungen (252).

260. Obwohl das Eisen eine große Menge Legirungen zu bilden fähig ist, so verdienen doch blos drei davon näher betrachtet zu werden: nämlich die Legirungen mit Kalium, mit Zinn und mit Arsenik. Von diesen ist schon im Allgemeinen oder speciell gehandelt worden (253 bis, 254 bis, 255 bis). Wir fügen blos noch hinzu: 1) in Bezug auf die Legirung von Eisen und Platin, daß sie sich leicht erhalten läßt, daß sie ziemlich leicht in Fluß kommt und man mithin Eisen bei hoher T. nicht mit Platingefäßen in Berührung bringen darf; 2) daß die Verbindung des Eisens mit dem Kupfer schwer hält, und sich nicht wohl anders als durch Zwischenwirkung des Zinns bewerkstelligen läßt; 3) daß es unmöglich scheint, das Eisen mit dem Silber zu verbinden; 4) daß nach Boussingault das Silicium sich mit dem Eisen verbinden kann und ihm dann alle Eigenschaften des Stahls verleiht; daß nach demselben der Stahl von Clouet nichts anderes als eine dergleichen Zusammensetzung ist. (Ann. de Ch. et de Ph., XVI, 10).

Platinlegirungen (252).

261. Das Platin bildet nur zwei besonders zu betrachtende Legirungen; nämlich mit Arsenik und mit Gold, von denen schon (255 bis, 259) gesprochen worden ist. Erinnern wir uns dabei, daß es Boussingault geglückt ist, das Platin in Kohlentiegeln zu schmelzen und daß das Korn ihm eine Zusammensetzung aus Platin und Silicium zu seyn schien (Angef. Abhandlung p. 6).

† Interessante Beobachtungen über Platinverbindungen mit andern Metallen hat Murray bekannt gemacht (Edinb. phil. Journ. IV. p. 202. 440). Hält man ein wenig Antimon, in ein Platinblatt gewickelt, mittelst einer Zange in die Flamme einer Weingeistlampe,

so gerathen sie bald in ein schönes Glühen (ignition), und die zusammengeschmolzene Masse aus beiden fällt herab. Stücken gekörnten Zinns, Arseniks, Bleys, Wismuths u. s. w. in Platinblatt gewickelt geben ebenfalls im Augenblick ihrer Schmelzung und Verbindung sehr schöne und glänzende Erscheinungen, die schönste aber Zink und Platinblatt, indem die geschmolzene Masse derselben ein intensives Licht von blauer Farbe aussendet. Gold, Silber und Kupfer, Stahl, Graphit, Prinzmetall gaben auf die erwähnte Art behandelt kein Resultat — Kalium und Natronium loderten in Flamme auf (bursts into flame) und durchbrachen (perforates) das Platinblatt — Wird Kalium auf einem Stück Platinblatt erhitzt und in einem Zustand von Schmelzung zurückgezogen, so bringt es plötzlich das Platin ins Glühen (ignition) — Wickelt man ein Stück festes Kali in Platinblatt und setzt es der Flamme der Weingeistlampe so lange aus, daß es wasserfrei wird, so brennt es alsdann mit Funken, welches auf einer Reduction des Kali's zu beruhen scheint. — Etwas gediegenes Nickel von Hessen in Pulver oder in kleinen Stückchen gab wiederholte kleine Knalle, wie Schläge einer Peitsche; die Theilchen brachen dann durch ihre Hülle wie durch ein Sieb und rollten durch die Flamme, wie kleine Feuerkugeln in einem Zustande intensiven Glühens.

So weit die Betrachtung der verschiedenen, zu technischen Zwecken angewandten oder sonst durch ihre Eigenschaften merkwürdigen binären Legirungen. Wir wollen jetzt zur Untersuchung der ternären, quaternären, Legirungen u. s. w. übergehn.

Von den ternären und quaternären Legirungen.

262. Unstreitig kann es sehr viel ternäre und quaternäre Legirungen geben, weil fast alle Metalle sich mit einander verbinden lassen und zwar in allen Verhältnissen (250); jedoch kennt man bis jetzt erst eine sehr kleine Anzahl derselben. Diejenigen, von denen wir sprechen werden, sind; 1) die dreifache Legirung aus Zink, Quecksilber und Zinn; 2) aus Wismuth, Zinn und Bley; (3) aus Wismuth, Quecksilber und Bley; 4) aus Platin, Kupfer und Zink; 5) mehrere dreifache Legirungen mit Kalium und Antimon, welche Serullas untersucht hat. Hänle Mag. der Pharm. V. 1824. S. 265)) 6) die vierfache Legirung aus Quecksilber, Zinn, Wismuth und Bley; 7) aus Platin, Palladium, Iridium und Rhodium; 8) das Weißkupfer, chinesische Kupfer, oder die Legiruug aus Zink, Kupfer, Nickel und Eisen.

Legirung aus 2 Queckſilber, 1 Zink und 1 Zinn. — Ausnehmend ſpröde; durch Hitze zerſetzbar, indem das Queckſilber ſich verflüchtigt und das Zink mit dem Zinn legirt zurückbleibt; wird durch feuchtes Erſtgas bei der gewöhnlichen T. langſam oxydirt; verſchluckt daſſelbe leicht in der Hitze und wird dadurch in Zinkoxyd, Zinnoxyd und Queckſilber verwandelt; verhält ſich zur atm. L. wie zum Erſtgas; wird durch Zuſammenſchmelzen der drei Metalle in einem Tiegel erhalten und als Pulver oder mit Fett auf die Reibzeuge der Elektriſirmaſchinen geſtrichen *).

Legirung aus 8 Wismuth, 5 Bley und 3 Zinn. (Darcets Metallmiſchung)**). — Bleygrau, ſchon in kochendem W. und ſelbſt in Waſſer von 90° ſchmelzend; ohne Wirkung auf das trockne Erſtgas in der gewöhnlichen T.; langſam durch feuchtes oxydirbar; verſchluckt daſſelbe in der Hitze, wodurch ihre drei Metalle zu Oxyden werden, verhält ſich zur atm. L., wie zum Erſtgas, kommt nicht in der Natur vor; wird durch Zuſammenſchmelzen der drei Metalle in einem Tiegel erhalten ***).

Man braucht dieſe Legirung zum Clichiren der Medaillen. Durch Zuſatz von etwas Queckſilber wird ſie viel leichtflüſſiger und ließe ſich dann vielleicht zur Injicirung anatomiſcher Präparate benutzen.

† Legirung aus Queckſilber, Wismuth und Bley. — Davy hat bemerkt, daß feſtes Wismuthamalgam mit feſtem Bleyamalgam eine flüſſige Verbindung giebt, und Döbereiner (zur pneumat. Chemie V. S. 59), daß während der Vereinigung beider Amalgame Kälte entſteht. — Derſelbe vermiſchte 816 Gran Bleyamalgam beſtehend aus 404 Queckſilber und 412 Bley (nach Döbereiner gleiche ſtöchiometriſche Antheile) von 16° R. mit 688 Gran Wismuthamalgam aus 404 Queckſilber und 284 Wismuth (ebenfalls nach D. gleiche ſtöch. Antheile) von 16° R. die T. ſank während der Miſchung beider Amalgame auf — 1° R. Als dieſem Gemiſch von —

---

*) Singer empfiehlt zu demſelben Zweck ein Amalgam aus 1 Zinn, 2 Zink und 6 Queckſilber; oder aus 2 Zinn, 4 Zink und 7 Queckſilber.

**) Aehnliche Eigenſchaften als die hat dieſe Roſa'ſche Miſchung aus 2 Wismuth, 1 Bley, 1 Zinn.

***) Nach Döbereiner (zur pneum. Chem. V. 58) ſchmilzt eine Legirung, in welcher die Beſtandtheile des leichtflüſſigen Metalls nach ſtöchiometriſchen Verhältniſſen ſo zuſammentreten, daß auf 1 Proportionaltheil Bley (= 103,5 von Döbereiner gerechnet) 1 Proportionaltheil Zinn (= 59) und 2 Proportionaltheile Wismuth (2 × 71) kommen, bei 79° R.; das Wismuthbley (aus 71 Wismuth und 103, 5 Bley) dagegen erſt zwiſchen + 130 und 135° R.; das Wismuthzinn (aus 71 Wismuth und 59 Zinn) zwiſchen + 105° und 110° R. Durch Verbindung beider erhält man dann das bei 79° ſchmelzende Gemiſch.

1° schnell noch 808 Gran Queckſilber von + 16° R. zugeſetzt wurden, ſank die Temperatur des Ganzen auf — 6,5 R. — Auch bei Amalgamation von Zinn, Bley, und Wismuth entſtand Kälte.

† Legirung aus 16 Platin, 7 Kupfer und 1 Zink. — Dieſe Metalle in den angegebenen Verhältniſſen im Schmelztiegel mit Kohle bedeckt und bis zum Zuſammenſchmelzen erhitzt, geben nach Hermbſtädt eine Legirung, welche dem Golde nicht allein rückſichtlich der Farbe, ſondern auch der Dichtigkeit und Dehnbarkeit gleich kommt.

† Legirung von Kalium, Kupfer und Antimon. — Sie wird erhalten, wenn man gleiche Theile von carboniſirtem Weinſtein (S. 560), Antimon und reinem gefeiltem Kupfer zuſammen in einem bedeckten Tiegel ſchmelzen läßt. Sie hat eine violette Farbe, trennt ſich in ſehr dünne und ſtark glänzende Blättchen, iſt im Schmelzfeuer flüchtig. Bruchſtücke davon, auf das mit W. bedeckte Queckſilberbad geworfen, drehten ſich lebhaft um.

Legirung von Kalium, Silber und Antimon. — Wie die vorige durch Zuſammenſchmelzen gleicher Gemengtheile erhalten. Noch viel flüchtiger als vorige; von ſtahlgrauer Farbe und Metallglanz; leicht zerbrechlich, dreht ſich auf dem wäßrigen Queckſilberbade leicht um.

Legirung von Kalium, Eiſen und Antimon. — Man trägt eine Parthie gedrehtes Eiſen in einen Tiegel, bedeckt es mit einem Gemenge aus gleichen Theilen Spießglanz und verkohltem Weinſtein, verrichtet die Schmelzung durch ſtarke Hitze und man bekommt eine Legirung, welche viel Kalium enthält, eine graue Farbe hat, und leicht zerbrechlich iſt.

Legirung des Kalium mit Zink und Antimon — wird auf dieſelbe Art bereitet. Durch zugeſetztes Wismuth erhält man eine vierfache Legirung.

Legirung aus Platin, Iridium, Palladium, Rhodium. — Dieſe Legirung, welche in der Natur vorkommt (165) und aus welcher man das Platin gewinnt, wird erſt da, wo wir von der Gewinnung dieſes Metalls ſprechen, näher betrachtet werden (1215).

Weißkupfer, chineſiſches Kupfer oder Packfong. — Das Weißkupfer der Chineſen iſt ein Artikel, deſſen Ausfuhr aus China verboten iſt, und welches mithin nur als Contrebande ins Ausland kommen. Bis in die letzten Zeiten war ſeine Zuſammenſetzung unbekannt. Dr. Fife hält es nach ſeiner kürzlich unternommenen

Analyse für zusammengesetzt aus 25,4 Zink, 40,4 Kupfer, 31,9 Nickel, 2,6 Eisen *).

Diese Legirung ist fast silberweiß. Wenn man sie aufhängt und mit den Fingern daran schlägt, giebt sie einen auf 5000 Fuß und weiter hörbaren Ton. Sie besitzt vollkommene Politur, ist bei der gewöhnlichen T. und in der Rothglühhitze hämmerbar, aber in der Weißglühhitze sehr spröde. Bei vieler Vorsicht lassen sich dünne Platten und Drähte von der Dicke feiner Nadeln daraus verfertigen. Ihre Dichtigkeit ist 8,432. Unter Luftzutritt erhitzt, oxydirt sie sich und brennt mit einer weißen Flamme. (Ann. de Ch. et de Phys. XXI, 98).

Das Tutenag, welches man mit dem Weißkupfer verwechselt, scheint völlig davon unterschieden zu seyn. Nach Dick Lauder ist es eine spröde, grauliche, sehr wenig klingende Legirung, von welcher eine starke Ausfuhr aus China nach Indien Statt findet. (Ann. de Ch. et de Phys., XXII, 441).

---

*) Engström analysirte das Weißkupfer schon 1776 und fand es zusammengesetzt aus 0,43750 Kupfer, 0,40625 Zink und 0,15625 Nickel. Eine ähnliche Legirung als das Weißkupfer fabricirt man seit längerer Zeit zu Suhl; hält aber das Verfahren geheim. Gewiß ist, daß man sich dazu einer metallischen Substanz bedient, die nicht zu weit von Suhl in Körnern oder gestaltlosen, in einer Schlacke eingesprengten, Stücken vorgefunden wird und von früher dort Statt gefundner Behandlung eines nickelhaltigen Kupfererzes herrührt, jetzt aber schon seltner wird. Keferstein und Müller fanden dieselbe zusammengesetzt aus 0,8800 Kupfer, 0,0075 Nickel, 0,0175 Schwefel, 0,0500 Eisen, 0,0450 Erden. — Das Suhlsche Weißkupfer selbst enthält viel Zink, ist minder geschmeidig als das chinesische und etwas gelblich.

Nach Frick wird das Suhlsche Weißkupfer vollkommen durch eine Legirung von 0,5555 Kupfer, 0,0355 Zink, 0,3890 Nickel nachgeahmt. Nach demselben geben folgende Verhältnisse eine sehr brauchbare Legirung: 0,5329 Kupfer, 0,2923 Zink, 0, 1748 Nickel. Sie ist eben so weiß als 18 karatiges Silber, aber härter und geschmeidiger; vom spec. G. 8,5 bis 8,6. — Durch Legirung mit $\frac{2}{3}$ seines Gewichts Nickel wird das Kupfer gänzlich entfärbt. (Ann. des Mines. 1825. T. X).

Berichtigung.

S. 492. Z. 14 v. u. statt: Bisher ist von der Wirkung der Sulfuride auf die verbrennlichen Körper noch nicht ausführlich gesprochen worden; muß es heißen: Bisher ist die Wirkung der Sulfuride auf die verbrennlichen Körper noch nicht gehörig untersucht worden.

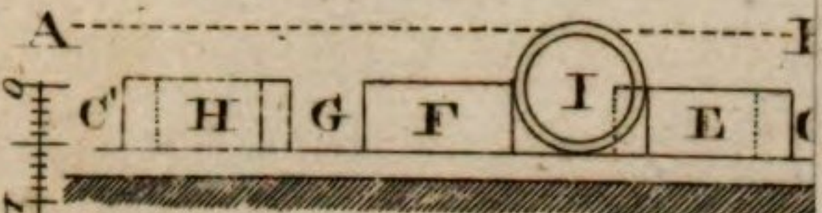
Seite 399. Z. 5. v. u. statt nicht verbrennlichen metallischen l. nicht metallischen verbrennlichen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Taf. III.

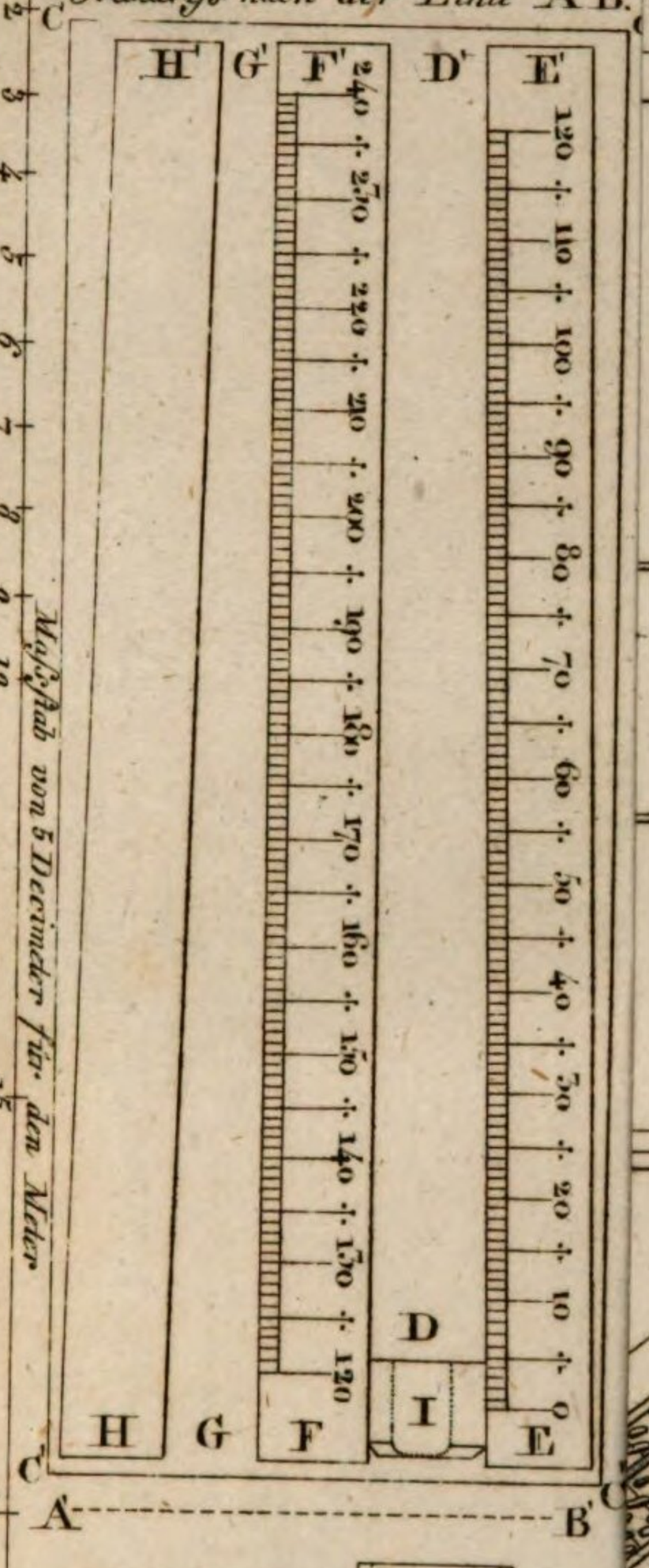
1te Fig.

Aufriß nach der Linie A B.



1te Fig

Grundriß nach der Linie A B.



Grundriß

Aufriß

Fig. 2

25 Centim.

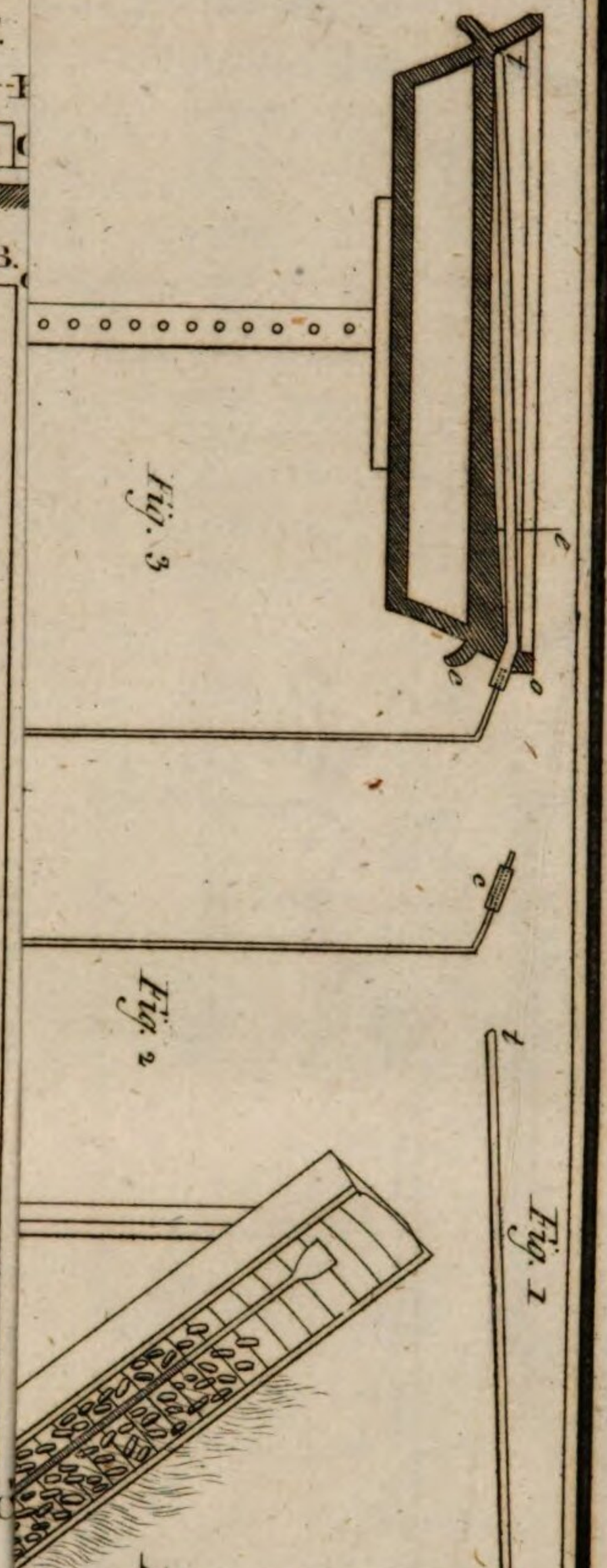


Fig. 3

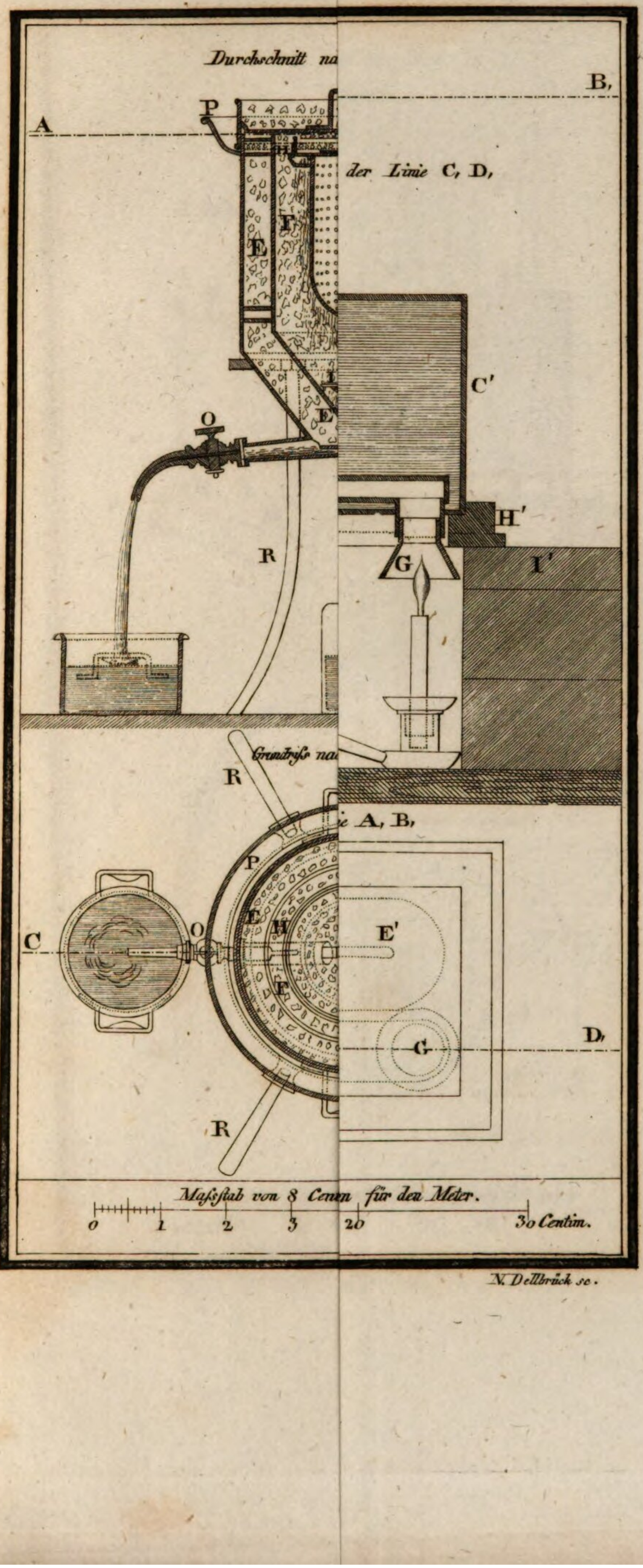
Fig. 2

Fig. 1

Fig. 6

Fig. 5

N. Delbrück sc.



N. Dellbrück sc.

Fig. 1

Fig. 6

Fig. 3

Fig. 2

Fig. 5

Fig. 4

Fig. 7

Fig. 4

N. Dellbrück sc.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

N. Dellbrück sc.

Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

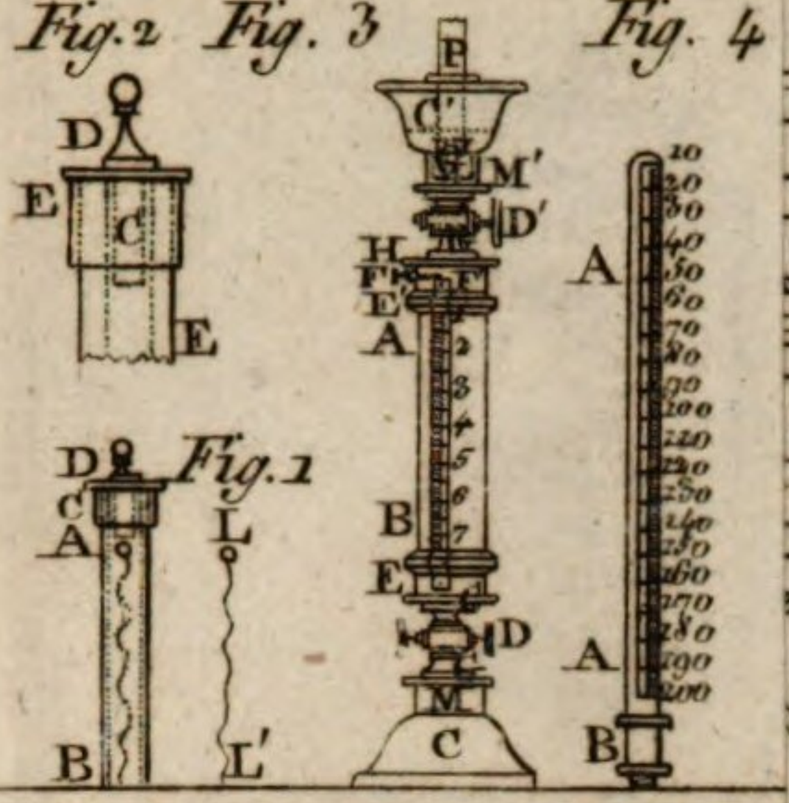
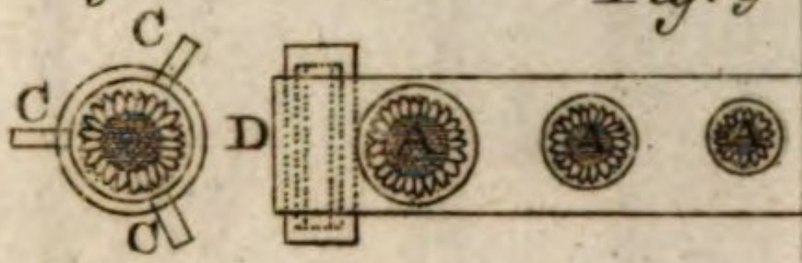


Fig. 8 Fig. 9



Maßstab von 4 Centimetern für

0 1 2 3 4 5

Fig. 11 Fig. 12

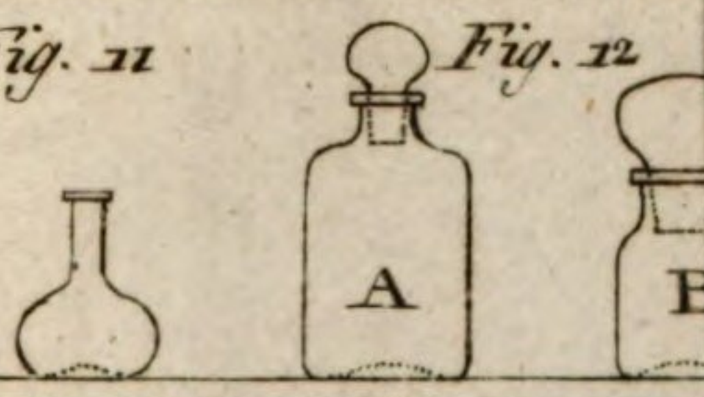
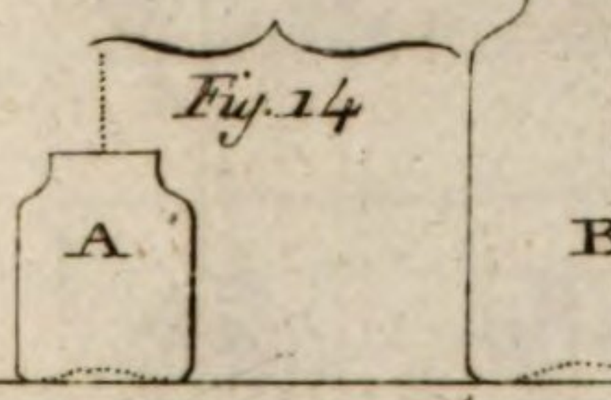


Fig. 14



Maßstab von 6 Centimetern für

0 1 2 3 4 5

Fig. 3

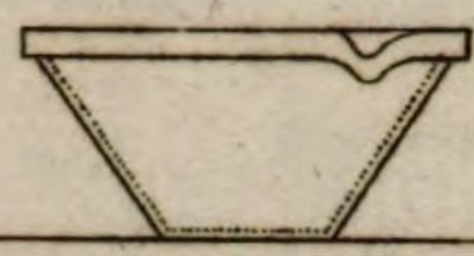


Fig. 3

Fig. 7

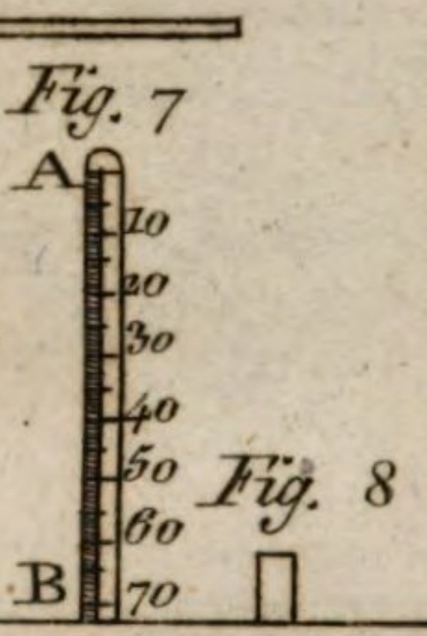
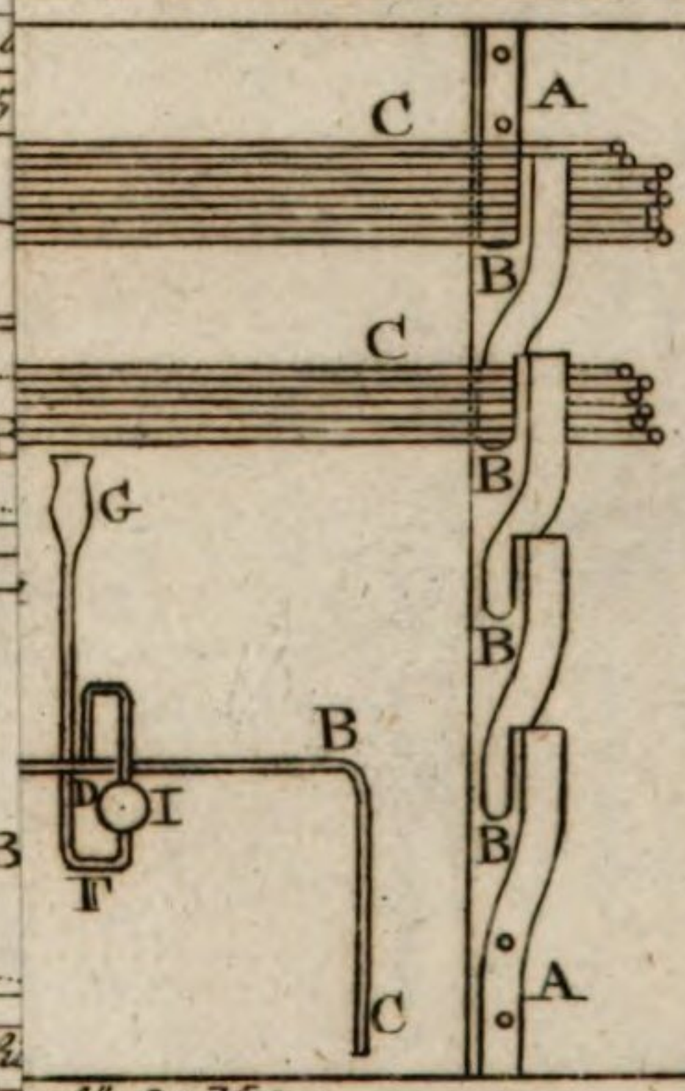


Fig. 8



für den Meter.

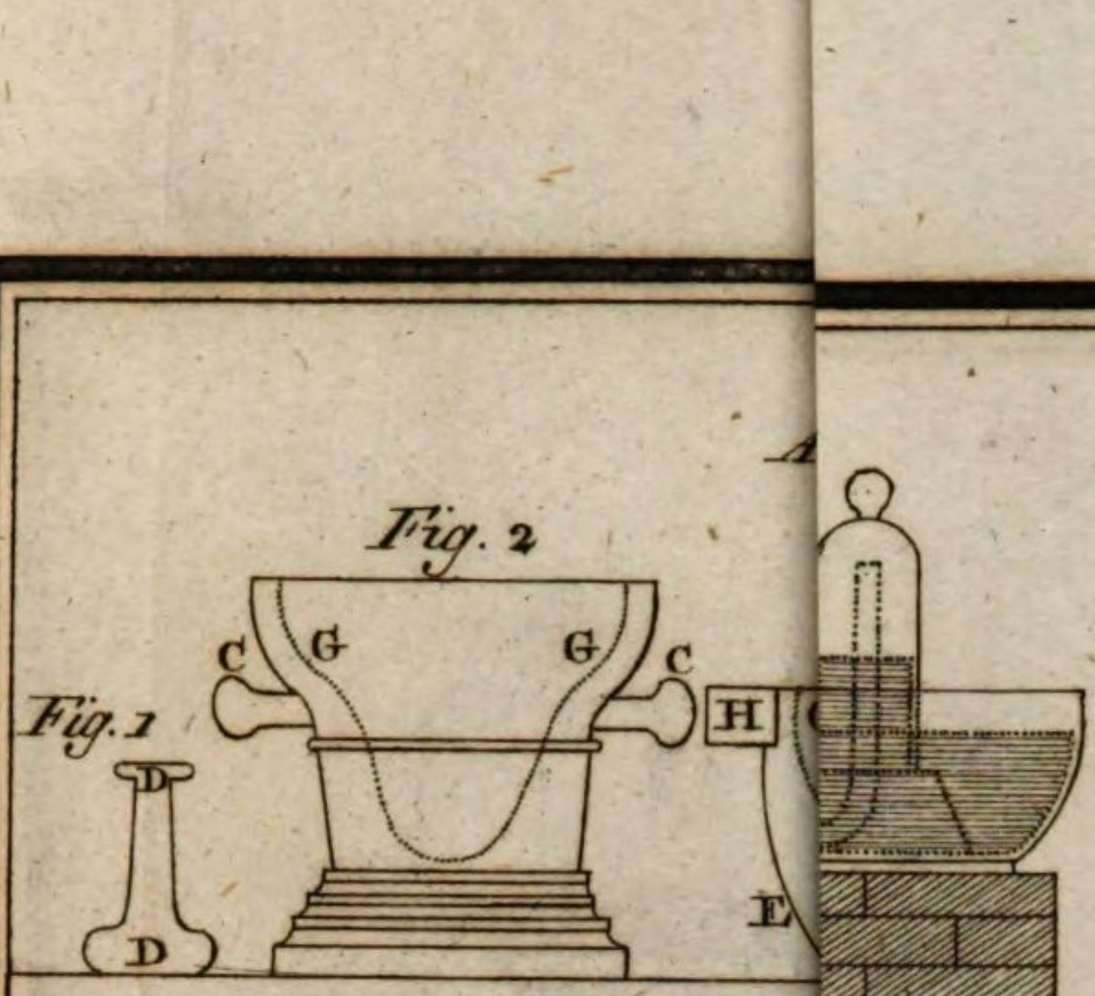
8 9 10 Decimeter.

N. Dellbrück sc.

Taf. XV

Fig. 2

Fig. 1



Grundrisse

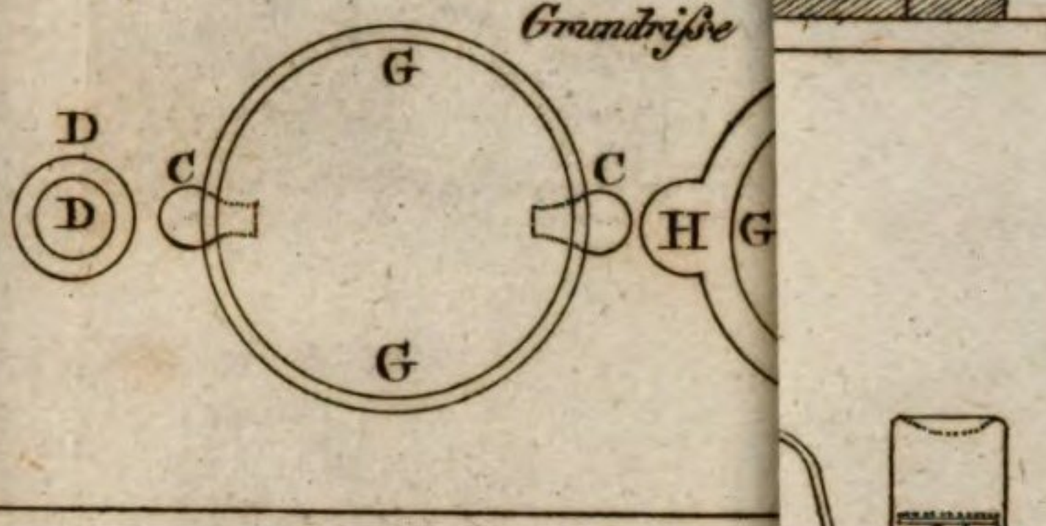


Fig. 7

Fig. 8

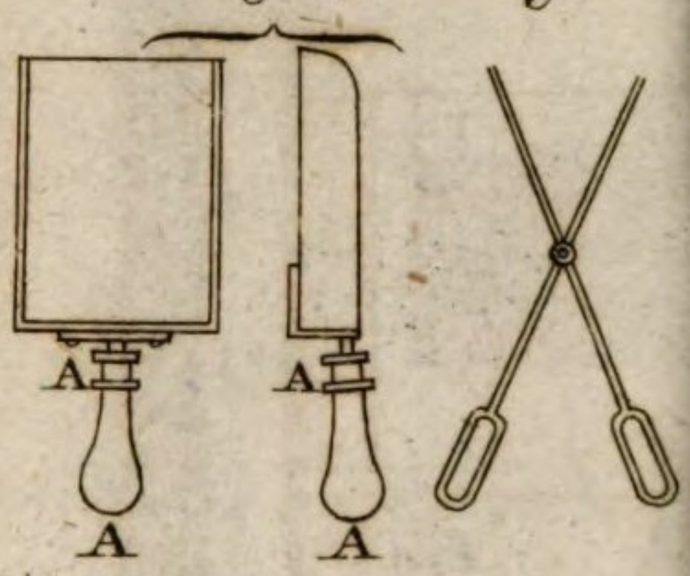
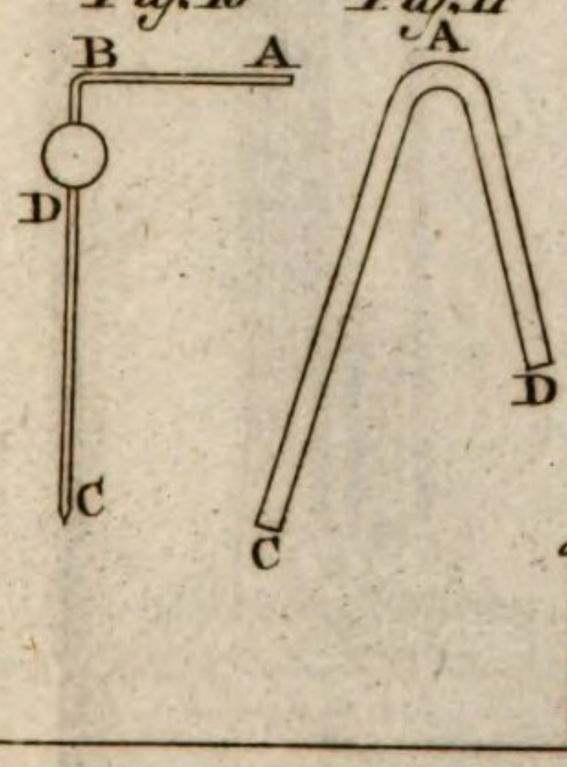
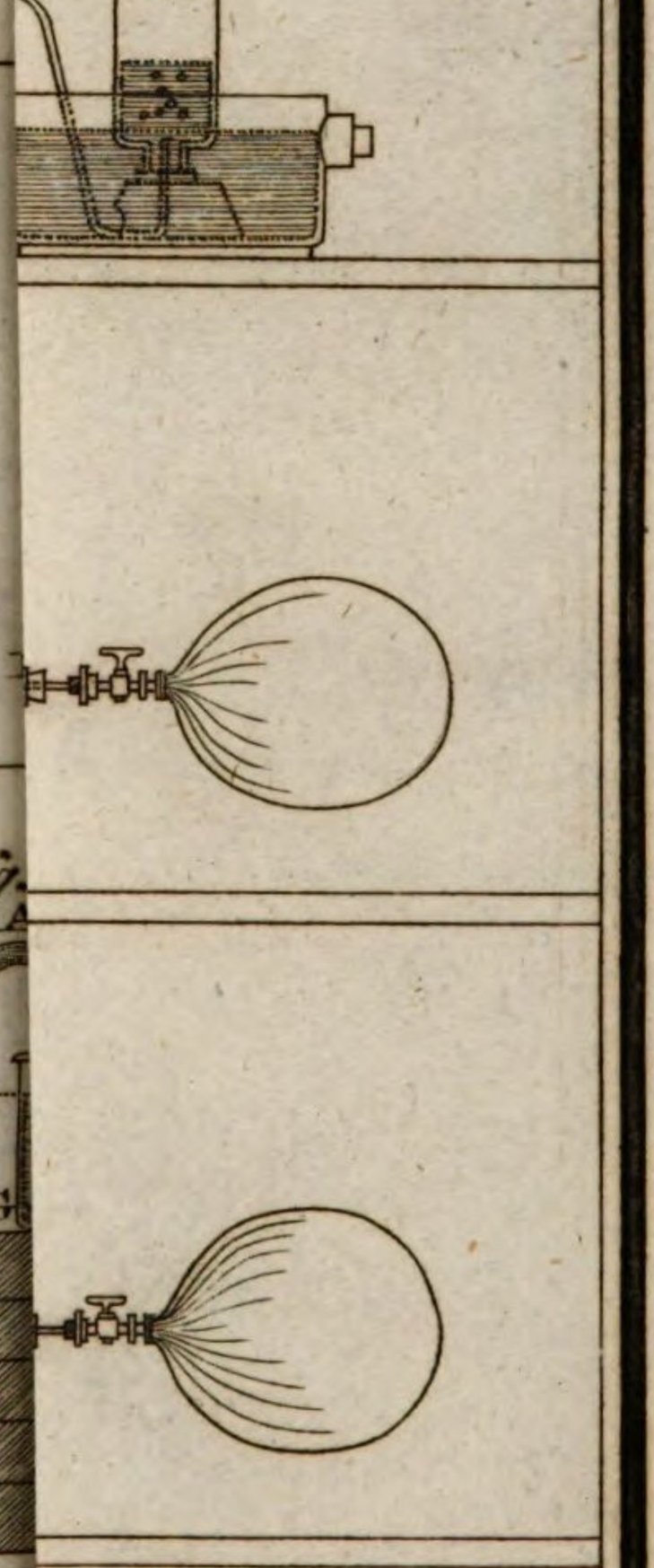


Fig. 10

Fig. 11

Fig.

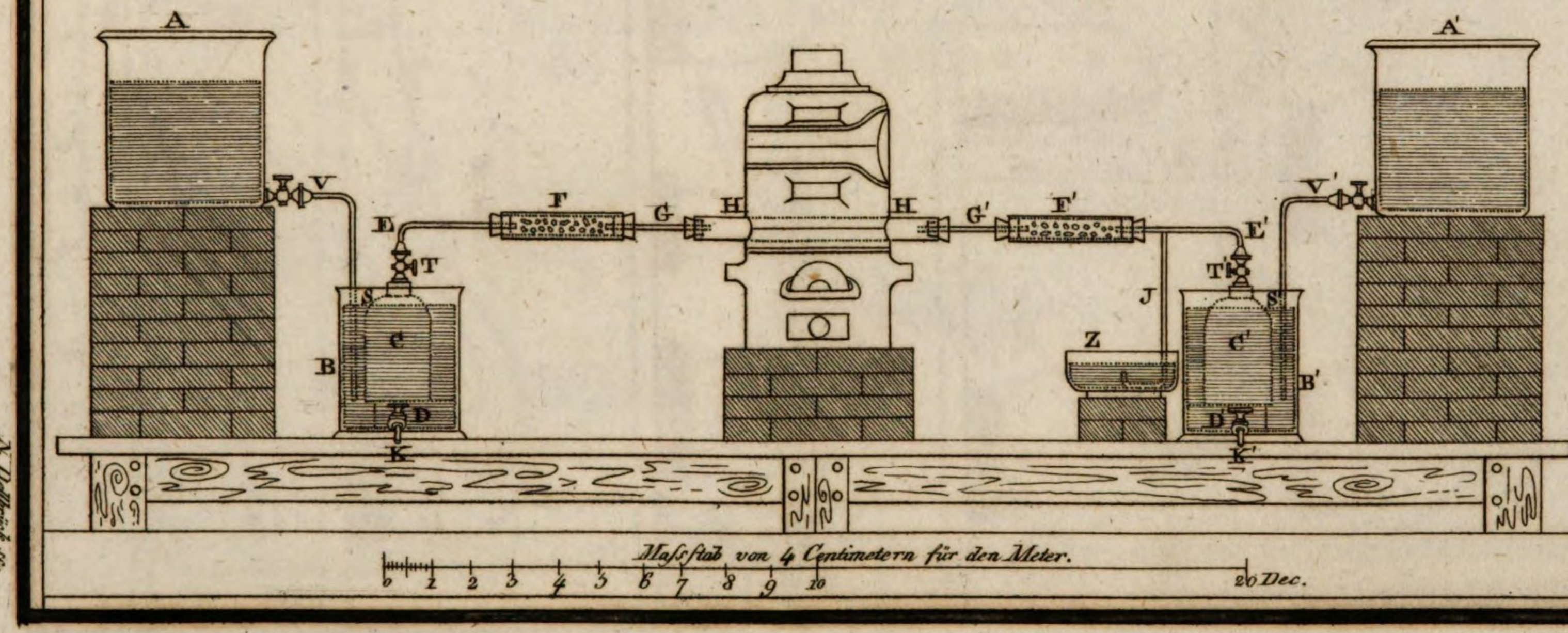




Maßstab von 6 Centimeter Meter

0 1 2 3 4 5 8 9 10 Centimeter.

N. Dellbrück sc.



N. Dalbrück sc.

Taf. XIX

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Thénard, Louis Jacques <<de>>,

Lehrbuch der theoretischen und praktischen Chemie in sechs Bänden

Bd.: 1

Leipzig 1825
BHS II I 45-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10707818-7